



**Marco José da Silva**  
**Brandão Luzia**

**Monitorização do Desempenho Energético de um**  
**Veículo Híbrido Lexus**



**Marco José da Silva  
Brandão Luzia**

**Monitorização do Desempenho Energético de um  
Veículo Híbrido Lexus**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Margarida Isabel Cabrita Marques Coelho, Professora Auxiliar Convidada do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro.

## **O júri**

Presidente

**Professor Doutor Francisco José Malheiro Queiroz de Melo**

Professor associado do Departamento de Engenharia Mecânica  
da Universidade de Aveiro

Orientadora

**Professora Doutora Margarida Isabel Cabrita Marques Coelho**

Professora auxiliar convidada do Departamento de Engenharia Mecânica  
da Universidade de Aveiro

Arguente

**Doutora Oxana Anatolievna Tchepele**

Investigadora auxiliar do CESAM – Centro de Estudos do Ambiente e do Mar  
da Universidade de Aveiro

## Agradecimentos

Ao longo da realização deste trabalho foram várias as pessoas que contribuíram para que o mesmo fosse executado com sucesso. Aqui ficam as referências e agradecimentos a todos os que a seguir passo a citar.

Começo pela minha orientadora, a Professora Doutora Margarida Coelho por me ter escolhido para a execução desta Dissertação e pelo apoio e ajuda constantes que demonstrou.

O meu agradecimento para com o Engenheiro Carlos Valentim e o Dr. João Pereira, da Toyota e Lexus de Vila Nova de Gaia respectivamente, e também ao Dr. Ernesto Oliveira da Lexus de Coimbra por terem possibilitado a realização deste trabalho, por disponibilizarem quer o veículo quer o equipamento, por responderem às diversas dúvidas e questões que tive e por se demonstrarem sempre disponíveis para ajudar e encontrar soluções para os diversos problemas logísticos que foram surgindo no sentido de garantir a disponibilidade simultânea do veículo e equipamento de medições.

Uma referência particular aos Engenheiros César Ribeiro e Hélio Costa, da Toyota de Vila Nova de Gaia, pelo fornecimento do software de tratamento dos dados obtidos pelo equipamento de medições e por me ajudarem em todas as questões de ordem técnica tanto do veículo como do equipamento.

Ao meu tio, o Coronel José Lourenço, o meu agradecimento por tornar possível a realização dos ensaios na pista da área militar de S. Jacinto e também ao Coronel Carlos Pereira, Comandante do Regimento de Infantaria N.º 10, que autorizou a realização dos mesmos.

Ao Sr. Luís Lisboa da Escola de Formação da Condução e Prevenção Rodoviária por ter efectuado todos os esforços no sentido de realizar os ensaios na pista do aeródromo da Maia, objectivo que infelizmente não se proporcionou por incompatibilidade com outras actividades previamente programadas.

Por fim, uma palavra muito especial de agradecimento aos meus pais, ao meu irmão e à minha namorada por todo o apoio prestado, pelos incentivos constantes e continuados, pela paciência demonstrada, e por me terem acompanhado e ajudado em todo o trabalho, nas medições realizadas em estrada com o veículo e na obtenção de dados.

O meu obrigado a todos.



## Palavras-chave

Veículos Híbridos, Lexus RX 400h, Consumo de Combustível, Desempenho Energético , Medições Experimentais.

## Resumo

As preocupações ambientais conjuntamente com a dependência energética da nossa sociedade levam a que o sector dos transportes seja aquele em que os países estão a focar a sua atenção de maneira a reduzir o impacto energético e ambiental do mesmo, de maneira a tornar a mobilidade mais sustentável. Uma das soluções passa por uma política integrada em matéria de energia e alterações climáticas, surgindo, além de outras medidas o Protocolo de Quioto e a aposta dos construtores e Governos em combustíveis alternativos e novas tecnologias de propulsão.

Surgem então os veículos híbridos que, ao reunir o motor de combustão interna com um ou mais motores eléctricos conjuntamente com sistemas de gestão do motor e de aproveitamento de energia, apresentam um novo modo alternativo de locomoção, com consumos energéticos reduzidos. No entanto, devido à falta de conhecimento desta nova tecnologia, são várias as dúvidas dos consumidores no que toca à aquisição destes veículos.

O presente trabalho propõe-se em analisar o desempenho de um veículo híbrido Lexus RX 400h através de medições experimentais em estrada, registando os consumos e avaliando o funcionamento do sistema híbrido em diversas situações de condução. Os ensaios efectuados pretenderam representar o maior número de circunstâncias a que um veículo está sujeito numa condução normal. As condições analisadas foram: arranques e paragens sucessivos a baixas velocidades (o chamado “para-arranca”), três perfis de velocidade (50 km/h, 90 km/h e 120 km/h) para três tipos de condução (suave, intermédia e agressiva), simulação de uma passagem por uma faixa “Via-Verde” igualmente para os três tipos de condução, bem como a circulação numa rotunda com e sem paragem antes de entrar na mesma. Todos estes resultados foram comparados com o Toyota Prius, tendo em conta a diferença entre os dois. O veículo foi também comparado em termos de consumos com veículos ligeiros convencionais semelhantes, a gasolina e a gasóleo.

Os resultados obtidos demonstram a vantagem que este tipo de tecnologia tem ao circular nos meios urbanos. Nas situações de para-arranca o motor de combustão não entrou em funcionamento, bem como nas situações de velocidade constante baixa (50 km/h e 60 km/h ao passar na faixa “Via-Verde”). Foi também demonstrada a ajuda importante que os motores eléctricos fornecem nas acelerações, bem como do sistema de regeneração de energia no carregamento das baterias. Quando comparado com veículos similares convencionais, o Lexus RX 400h apresenta um consumo combinado inferior entre os 1,2% e os 60%, tendo em conta os valores oficiais das marcas.

## **Keywords**

Hybrid Vehicles, Lexus RX 400h, Fuel Consumption, Energetic Performance, Experimental measurements.

## **Abstract**

The environmental concerns as well as the energy dependency of our society leads to the fact that the transportation sector is the one where the attention should be focused, in order to reduce its energetic and environmental impact. One of the solutions goes in the direction of an integrated policy in energy and climate change, such as, for instance, the Quioto Protocol and the effort of both manufacturers and governments to develop and apply alternative fuels and new propulsion technologies.

This is where hybrid technology appears, combining an internal combustion engine with one or more electric engines, along with an engine management and an energy recovering system; this technology presents a new type of propulsion with the aim of reducing energy consumption. However, due to the lack of information about this new technology, there are several questions from the consumers' side when they need to decide if they should buy one of these vehicles.

This Thesis has the main purpose of analyzing the performance of the hybrid vehicle Lexus RX 400h through experimental on-board measurements, recording its energy consumption and evaluating the performance of the hybrid system in different driving conditions. The performed tests tried to cover the highest number of circumstances of normal driving situations. The analyzed conditions were: successive stop and go cycles at low speeds (quite common on traffic interruptions), three speed profiles (50 km/h, 90 km/h and 120 km/h) for three types of driving (calm, intermediate and aggressive), simulation of the speed profile in a "Green Lane" of a toll facility using the same three patterns, as well as in a roundabout (with and without a stop before entering in the roundabout). All these results were compared with the Toyota Prius, taking in account the difference between the two vehicles. The vehicle was also compared in terms of energy consumption with similar passenger vehicles with conventional internal combustion engines running on gasoline and diesel.

The obtained results demonstrate the advantages of this type of technology when circulating in urban environments. In the stop and go situations the internal combustion engine did not work, as well as in the situations of constant low speeds (50 km/h and 60 km/h when passing through the "Green Lane" at the toll facility). The important auxiliary support given by the electric engines in the accelerations, as well as the importance of the energy regeneration system on the batteries' load recovery was also demonstrated. When compared with similar conventional vehicles, the Lexus RX 400h has a lower combined consumption between 1.2% and 60%, based on the manufacturers' official values.

## Índice

1	Introdução .....	1
1.1	Energia.....	1
1.2	Portugal em termos energéticos.....	5
1.3	Sector dos Transportes.....	6
1.4	O caminho a seguir: Protocolo de Quioto .....	11
1.5	A Alternativa Híbrida .....	14
1.6	Objectivos.....	14
1.7	Estrutura da Tese .....	15
2	Tecnologia Híbrida.....	17
2.1	O Conceito .....	17
2.2	Configurações de Sistemas Híbridos .....	18
2.2.1	Sistema híbrido em série.....	18
2.2.2	Sistema híbrido em paralelo .....	20
2.2.3	Sistema híbrido misto.....	21
2.3	Revisão Bibliográfica .....	22
3	Lexus RX 400h - O primeiro SUV híbrido do mundo .....	25
3.1	Sistema Lexus Hybrid Drive® em funcionamento .....	26
3.1.1	Arranque.....	27
3.1.2	Condução normal .....	28
3.1.3	Aceleração .....	29
3.1.4	Desaceleração e Travagem.....	30
3.1.5	Marcha atrás .....	31
3.2	Sistema de tracção “E-Four” .....	32
3.3	Componentes e características do veículo Lexus RX 400h.....	33
3.3.1	Unidade de Controlo Electrónico - ECU .....	33
3.3.2	Motor de Combustão .....	35
3.3.3	Motores Eléctricos.....	36
3.3.4	Caixas.....	38

3.3.5	Bateria de alta voltagem .....	41
3.3.6	Conjunto inversor .....	42
3.3.7	Desempenho .....	44
4	Metodologia .....	45
4.1	Sistema OBD .....	46
4.2	Ensaaios .....	50
4.2.1	Condições de Ensaaios .....	55
4.2.2	Veículos Utilizados.....	56
5	Resultados e Discussão .....	57
5.1	Pára-arranca .....	57
5.2	Perfil de Velocidade 50 km/h .....	60
5.3	Perfil de Velocidade 90 km/h .....	64
5.4	Perfil de Velocidade 120 km/h .....	68
5.5	Simulação Faixa “Via-Verde” .....	72
5.6	Portagem Convencional vs Faixa “Via-Verde” .....	75
5.7	Avaliação do Compromisso entre Tempo e Combustível .....	77
5.8	Rotunda .....	78
5.9	Comparação com veículos ligeiros .....	81
5.10	Comparação com o Toyota Prius.....	83
6	Conclusões e trabalho futuro .....	85
7	Referências .....	89
8	Anexos .....	93
8.1	Anexo A .....	95
8.2	Anexo B.....	115
8.3	Anexo C.....	133
8.4	Anexo D .....	151

## Índice de Figuras

<b>Figura 1:</b> Evolução do consumo energético ao longo dos anos (milhões de tep). [1] .....	1
<b>Figura 2:</b> Evolução do preço do barril de petróleo ao longo dos anos (em dólares). [1].....	3
<b>Figura 3:</b> Evolução do consumo de energia primária em Portugal. [2].....	5
<b>Figura 4:</b> Consumo de energia final por sector. [4] .....	6
<b>Figura 5:</b> Contribuição relativa do sector dos transportes para as emissões dos principais poluentes e para a quota de utilização de energia, em Portugal e na UE-27, 2006. [4].....	7
<b>Figura 6:</b> Perfil ambiental do sector dos transportes. [4] .....	8
<b>Figura 7:</b> Evolução das emissões dos principais poluentes. [4] .....	8
<b>Figura 8:</b> Evolução do Consumo Energético nos Transportes. [4] .....	9
<b>Figura 9:</b> Evolução do Consumo de Energia por tipo de transporte em Portugal. [4] .....	10
<b>Figura 10:</b> Metas estipuladas para as emissões de GEE nos vários países europeus de acordo com o Protocolo de Quioto. (%) [9] .....	13
<b>Figura 11:</b> Representação de um sistema híbrido em série. [16] .....	19
<b>Figura 12:</b> Representação de um sistema híbrido em paralelo. [16].....	20
<b>Figura 13:</b> Representação de um sistema híbrido misto. [16] .....	21
<b>Figura 14:</b> Lexus RX 400h. ....	25
<b>Figura 15:</b> Representação das etapas de funcionamento do sistema híbrido. [18] .....	26
<b>Figura 16:</b> Exemplo de um gráfico nomográfico com as respectivas referências. [19] .....	27
<b>Figura 17:</b> Funcionamento do sistema em arranque suave. [19] .....	27
<b>Figura 18:</b> Funcionamento do sistema em arranques bruscos. [19].....	28
<b>Figura 19:</b> Funcionamento do sistema em condução suave. [19] .....	28
<b>Figura 20:</b> Funcionamento do sistema em aceleração ligeira. [19] .....	29
<b>Figura 21:</b> Funcionamento do sistema em aceleração total. [19] .....	29
<b>Figura 22:</b> Funcionamento do sistema em desaceleração na posição D. [19].....	30
<b>Figura 23:</b> Funcionamento do sistema em desaceleração na posição B. [19] .....	30

<b>Figura 24:</b> Influência da travagem regenerativa. [19].....	31
<b>Figura 25:</b> Funcionamento do sistema em marcha atrás. [19] .....	31
<b>Figura 26:</b> Funcionamento do sistema “E-Four”. [19].....	32
<b>Figura 27:</b> Disposição dos diversos componentes do veículo. [19] .....	33
<b>Figura 28:</b> Descrição da unidade de controlo electrónico. [19].....	34
<b>Figura 29:</b> Motor de combustão interna 3MZ-FE utilizado no Lexus RX 400h. [19] .....	35
<b>Figura 30:</b> Representação da caixa frontal híbrida P310 (à esquerda) e caixa traseira Q211 (à direita) com os respectivos motores geradores. [19] .....	37
<b>Figura 31:</b> Representação da caixa frontal híbrida P310 com referência aos componentes mais importantes. [19] .....	38
<b>Figura 32:</b> Vista esquemática dos principais componentes da caixa frontal híbrida P310. [19] .....	38
<b>Figura 33:</b> Representação do trem planetário divisor de potência. [19] .....	39
<b>Figura 34:</b> Representação do trem planetário de redução da rotação do motor. [19] .....	39
<b>Figura 35:</b> Transmissão E-CVT. [17].....	40
<b>Figura 36:</b> Representação da caixa traseira Q211 com referência aos componentes mais importantes. [19] .....	40
<b>Figura 37:</b> Distribuição e localização dos diversos componentes da bateria de alta voltagem. [19] .....	41
<b>Figura 38:</b> Esquema representativo do conjunto inversor. [19] .....	42
<b>Figura 39:</b> Funcionamento do conjunto inversor. [19] .....	43
<b>Figura 40:</b> Funcionamento do conversor DC-DC. [19] .....	43
<b>Figura 41:</b> Aparelho de medições Intelligent Tester II ligado ao veículo. ....	47
<b>Figura 42:</b> Câmara de filmar montada no veículo.....	49
<b>Figura 43:</b> Monitor do consumo do veículo.....	49
<b>Figura 44:</b> Ensaios de pára-arranca.....	51
<b>Figura 45:</b> Local de realização dos ensaios dos perfis de velocidade. ....	52
<b>Figura 46:</b> Base aérea militar de S. Jacinto. ....	52
<b>Figura 47:</b> Rotunda utilizada nos ensaios. ....	53

<b>Figura 48:</b> Sinais de aviso afixados no veículo. ....	55
<b>Figura 49:</b> Perfil de velocidade do veículo na realização do pára-arranca curto.....	57
<b>Figura 50:</b> Perfil de velocidade do pára-arranca longo.....	58
<b>Figura 51:</b> Carga no acelerador do perfil de velocidade 50 km/h para os diferentes tipos de condução.....	60
<b>Figura 52:</b> Perfil de velocidade 50 km/h com os diferentes tipos de condução.....	60
<b>Figura 53:</b> Carga no acelerador do perfil de velocidade 90 km/h para os diferentes tipos de condução.....	64
<b>Figura 54:</b> Perfil de velocidade 90 km/h com os diferentes tipos de condução.....	64
<b>Figura 55:</b> Carga no acelerador do perfil de velocidade 120 km/h para os diferentes tipos de condução.....	68
<b>Figura 56:</b> Perfil de velocidade 120 km/h com os diferentes tipos de condução.....	68
<b>Figura 57:</b> Carga no acelerador da simulação de uma faixa "Via-Verde" para os diferentes tipos de condução.....	72
<b>Figura 58:</b> Perfil de velocidade da simulação de uma faixa "Via-Verde" com os diferentes perfis de condução.....	72
<b>Figura 59:</b> Perfil de velocidade da circulação numa rotunda com e sem paragem.....	78

## Índice de Tabelas

<b>Tabela 1:</b> Evolução do consumo de petróleo (milhões de toneladas). [1] .....	4
<b>Tabela 2:</b> Consumo de energia final por sectores.[4] .....	9
<b>Tabela 3:</b> Características técnicas do motor de combustão interna 3MZ-FE empregue no veículo. [19] .....	36
<b>Tabela 4:</b> Especificações técnicas dos três motores geradores eléctricos [19]. .....	37
<b>Tabela 5:</b> Especificações técnicas da bateria de alta voltagem. [19] .....	42
<b>Tabela 6:</b> Valores de desempenho do veículo. [17] .....	44
<b>Tabela 7:</b> Calendarização do trabalho. ....	46
<b>Tabela 8:</b> Características técnicas do aparelho Intelligent Tester II. [28] .....	48
<b>Tabela 9:</b> Parâmetros a ter em conta com base nos estudos realizados. [29-32] .....	50
<b>Tabela 10:</b> Parâmetros tidos em conta na circulação de uma rotunda com e sem paragem. [29] .	53
<b>Tabela 11:</b> Caracterização dos ensaios realizados. ....	54
<b>Tabela 12:</b> Descrição dos veículos utilizados com referência aos ensaios efectuados. ....	56
<b>Tabela 13:</b> Resultados obtidos para o pára-arranca curto e pára-arranca longo. ....	58
<b>Tabela 14:</b> Resultados obtidos para o perfil de velocidade 50 km/h para os diferentes tipos de condução. ....	61
<b>Tabela 15:</b> Resultados obtidos para o perfil de velocidade 90 km/h para os diferentes tipos de condução. ....	65
<b>Tabela 16:</b> Resultados obtidos para o perfil de velocidade 120 km/h para os diferentes tipos de condução. ....	69
<b>Tabela 17:</b> Resultados obtidos para a simulação de uma faixa "Via-Verde" para os diferentes tipos de condução. ....	73
<b>Tabela 18:</b> Número e tipo de pára-arranca consoante a quantidade de veículos na fila de uma portagem. [30] .....	75
<b>Tabela 19:</b> Resultados obtidos tendo em conta as diversas situações analisadas. ....	75
<b>Tabela 20:</b> Tempo até atingir a velocidade pretendida e consumos registados para os diversos perfis. ....	77



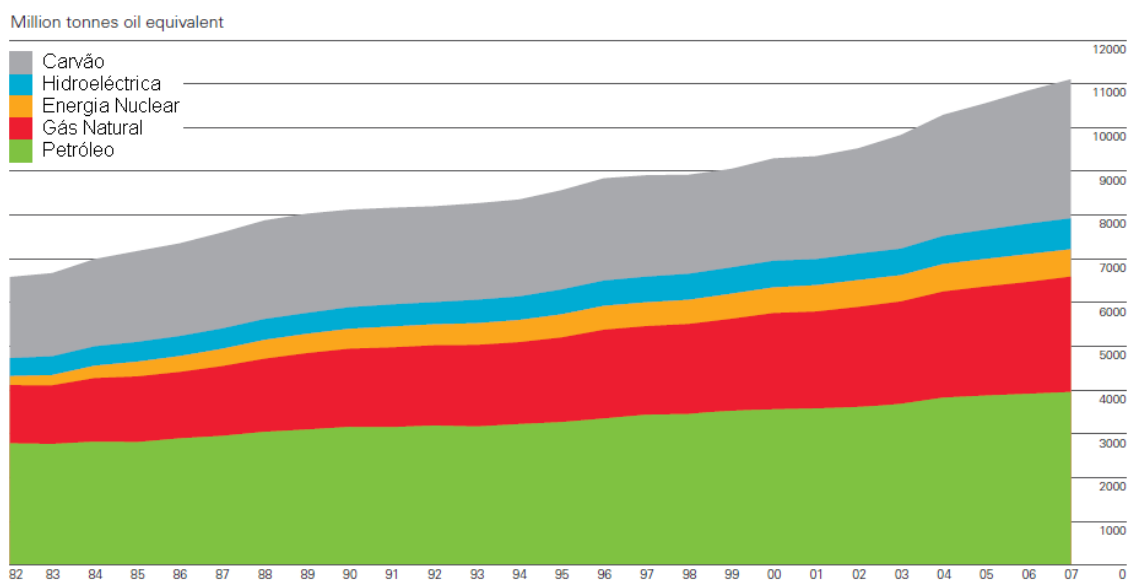
<b>Tabela 21:</b> Resultados obtidos para a simulação de circulação numa rotunda para os dois tipos de condução. ....	79
<b>Tabela 22:</b> Parâmetros em análise de diversos veículos concorrentes. [17,33-41] .....	81
<b>Tabela 23:</b> Consumo médio de gasolina dos veículos híbridos Lexus RX 400h e Toyota Prius (l/100 km). ....	83

# 1 Introdução

## 1.1 Energia

Desde que a humanidade descobriu as mais variadas fontes energéticas, que tem vindo a desenvolver-se única e exclusivamente devido à sua necessidade em construir equipamentos e máquinas que lhe permitam aproveitar essas fontes energéticas para seu benefício.

Tal aproveitamento traduz-se, hoje, num consumo energético crescente que pode ser visualizado no gráfico seguinte.



**Figura 1:** Evolução do consumo energético ao longo dos anos (milhões de tep). [1]

Como pode ser visto no gráfico acima, o consumo energético não pára de aumentar. Só relativamente ao consumo primário de energia, este aumentou cerca de 2,4% em 2007, abaixo dos 2,7% registados em 2006, sendo, mesmo assim, o quinto ano consecutivo com um crescimento acima da média [1].

Antes de mais, é preciso saber que o mercado global de energia é um mercado muito activo, com preços muito voláteis, reflectindo um balanço apertado entre a procura e a oferta.

Assim sendo, surgem assuntos como a segurança energética, a troca de energia e as energias alternativas no topo da agenda política mundial, daí que os dados e as estatísticas sejam uma ferramenta importante na tomada de decisões tanto dentro como fora da indústria.

A economia mundial assistiu a um grande crescimento no ano passado, apesar da consciente crise de mercado que começou em Agosto de 2007, e continuou a suportar o consumo

mundial de energia, consumo este que, apesar de ter abrandado, continuava com valores bem acima dos registados no ano de 2006.

Só a região da Ásia-Pacífico contribuiu com cerca de dois terços para o aumento do consumo de energia, embora o consumo no Japão tenha diminuído 0,9%. O consumo na América do Norte, depois de um ano fraco de 2006, aumentou perto de 1,6%. O crescimento Chinês de 7,7% foi o mais fraco desde 2002, sendo responsável por metade do aumento do consumo de energia global. Na Índia, o consumo cresceu 6,8%, o terceiro maior incremento volumétrico depois da China e dos Estados Unidos. A União Europeia registou um decréscimo de 2,2% no consumo de energia, com a Alemanha a registar o maior declínio global no consumo energético [1].

Todas estas variações de consumo regionais, que contribuem para o desenrolar do consumo mundial, estão, no entanto, assentes, quase exclusivamente, nos combustíveis fósseis, nomeadamente o petróleo.

Os combustíveis fósseis, ou minerais, são compostos de carbono dos quais fazem parte o petróleo, o carvão, e o gás natural [1].

O petróleo foi o combustível dominante durante o século XX. Este crescimento na demanda do petróleo foi potenciado pela descida dos preços entre 1920 e 1973.

Mas em 1973 deu-se a primeira crise energética. Em 15 de Outubro de 1973, a OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo) anunciou o embargo petrolífero como resultado da Guerra entre a Síria e o Egipto contra o Iraque. Na altura, as economias industriais dependiam exclusivamente do petróleo que a OPEP detinha e isso levou a um aumento abismal no preço do petróleo por barril.

Mais tarde, em 1979, a Revolução Iraniana que tornaria o Irão Monárquico numa República Islâmica, abanou de novo a frágil estabilidade dos preços do petróleo. A Arábia Saudita e a OPEP, para contrabalançar essa agitação, aumentaram a sua produção mas o pânico gerado levou à inflação dos preços do petróleo por barril uma vez mais, facto que ainda se agravou em 1980 com a invasão do Irão pelo Iraque, levando quase à paragem total de extracção de petróleo nessa nação.

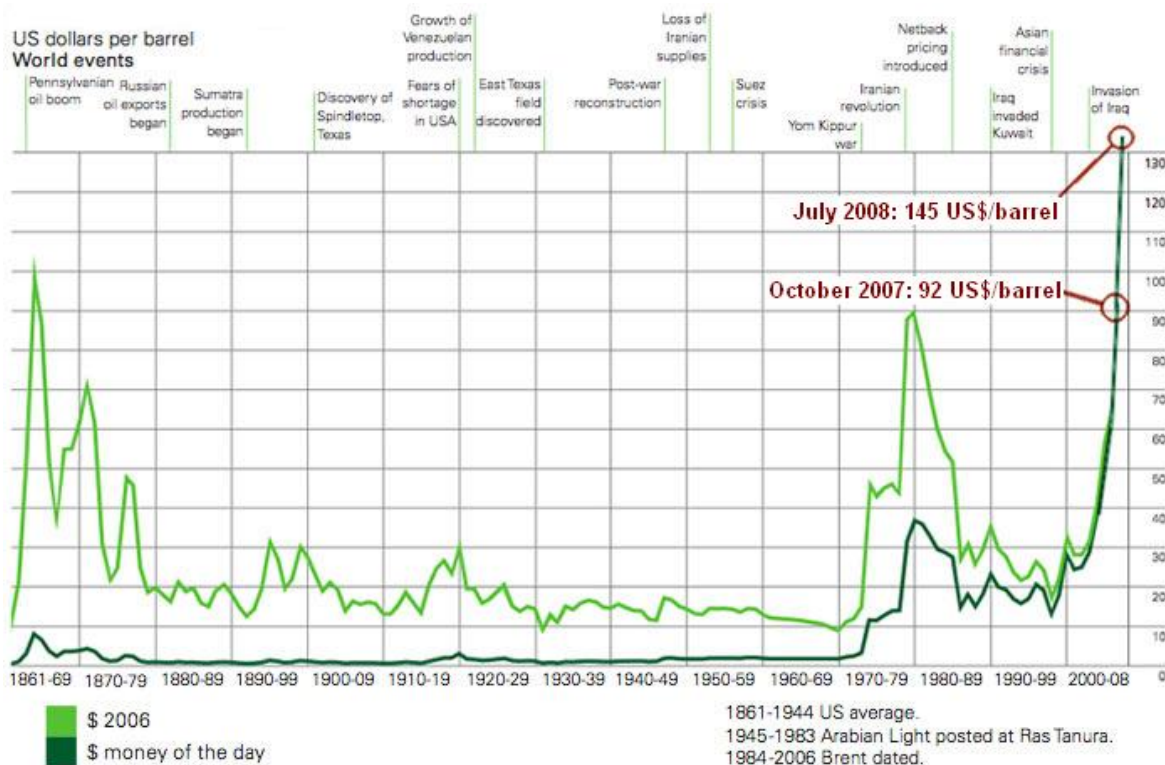
Depois dos choques económicos de 1973 e 1979, nos quais o preço por barril subiu de 5 para 45 dólares americanos, houve uma mudança na procura do petróleo e começou uma descida constante de seis anos no preço do petróleo por barril, que culminou em 1986 com uma descida de 46% nos preços [1].

E foi então que estalou a Guerra do Golfo em 1991 e os preços do petróleo voltaram a subir.

Mais recentemente, o petróleo viu o seu preço atingir valores recorde devido à crise financeira que se abateu sobre todo o mundo resultado de um conjunto de factores, nos quais se incluem os relatórios do Departamento de Energia dos Estados Unidos indicando o declínio das

reservas de petróleo, a preocupação no chamado “pico de petróleo”, a tensão na região do Médio Oriente e a especulação do preço do petróleo. Actualmente, devido à recessão global, a necessidade de energia diminuiu levando a que os preços diminuíssem também.

A evolução dos preços do petróleo por barril pode ser vista no gráfico seguinte, onde se destacam claramente as crises acima mencionadas e a descida posterior a elas.



**Figura 2:** Evolução do preço do barril de petróleo ao longo dos anos (em dólares). [1]

Como se viu na Figura 2, desde 1861 que o preço do barril de petróleo tem vindo a subir e a descer mas marcando sempre um percurso ascendente na tabela de preços. O ano de 2006 foi o sexto ano consecutivo em que houve subida do preço e marcou assim o período mais longo de subida desde que há registo.

Apesar da subida constante de preço do petróleo, o consumo não diminuiu, no entanto aumentou à taxa mais baixa de todos os combustíveis fósseis, reflectindo assim as consequências dessa subida de preço.

Este consumo mundial de petróleo em 2007 cresceu cerca de 1,1%, ou um milhão de barris por dia, ligeiramente abaixo da média. O consumo nas regiões exportadoras de petróleo do Médio Oriente, América do Sul e Central e África contribuíram para dois terços do crescimento global. Na região da Ásia-Pacífico, o consumo aumentou perto de 2,3%, igual ao que se tem vindo a registar nos últimos anos, embora o crescimento na China e no Japão estejam abaixo da média, com um grande aumento nas novas economias emergentes. O consumo na OCDE caiu em 0,9%, ou cerca de 400.000 barris por dia, enquanto em Portugal o consumo aumentou cerca de 0,2% [1].

As variações que foram resumidas acima, podem ser visualizadas na tabela seguinte que mostra claramente a evolução temporal do consumo regional de petróleo.

**Tabela 1:** Evolução do consumo de petróleo (milhões de toneladas). [1]

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Evolução face a 2006
<b>Portugal</b>	13,9	15,5	15,9	15,5	15,8	16,2	15,2	15,4	16,0	14,4	14,4	+ 0,2%
<b>União Europeia</b>	690,1	703,3	700,2	696,5	703,1	699,7	703,1	713,1	719,9	722,4	703,9	- 2,6%
<b>Estados Unidos</b>	848,0	863,8	888,9	897,6	896,1	897,4	912,3	948,7	951,4	943,8	943,1	- 0,1%
<b>OCDE</b>	2146,3	2151,9	2188,7	2199,8	2197,6	2190,9	2223,2	2267,3	2281,4	2270,2	2249,0	- 0,9%
<b>Total Mundial</b>	3433,3	3449,3	3518,1	3558,7	3576,2	3611,3	3681,8	3823,7	3871,0	3910,9	3952,8	+ 1,1%

O negócio do petróleo é um dos que movimenta mais dinheiro em todo o mundo e é de tal maneira poderoso que se funde, não só com a economia global, mas também com a política mundial.

O mundo depara-se com uma nova ameaça de crise energética graças ao conceito de pico do petróleo. Este conceito determina que a extracção de petróleo atinge um máximo (pico) a partir do qual a quantidade extraída começa a diminuir constantemente. Visões optimistas dizem que este pico só será atingido em meados de 2020 e visões mais pessimistas dizem que estamos actualmente no início da queda após o pico [1].

Deste modo, segundo a maior parte dos principais observadores económicos e instituições financeiras mundiais, a economia do mundo ocidental terá assim de encontrar rapidamente um substituto credível e exequível para o petróleo, sob pena de se prolongar muito para além do aceitável a recessão económica que se avizinha. Ora, mostra-nos o processo histórico que essas mudanças de paradigma energético não se processam de um momento para o outro, o que implica uma maior atenção, pelo menos nesta fase de transição, a todos os processos e projectos que sejam potenciais factores de redução da intensidade energética da economia, onde o sector da construção, os edifícios e os transportes ocupam cada vez mais o papel dominante e decisivo.

## 1.2 Portugal em termos energéticos

Portugal é um país com escassos recursos energéticos de origem fóssil, não obstante mais de metade do consumo de energia tem por base o petróleo, como se pode confirmar pelo seguinte gráfico.

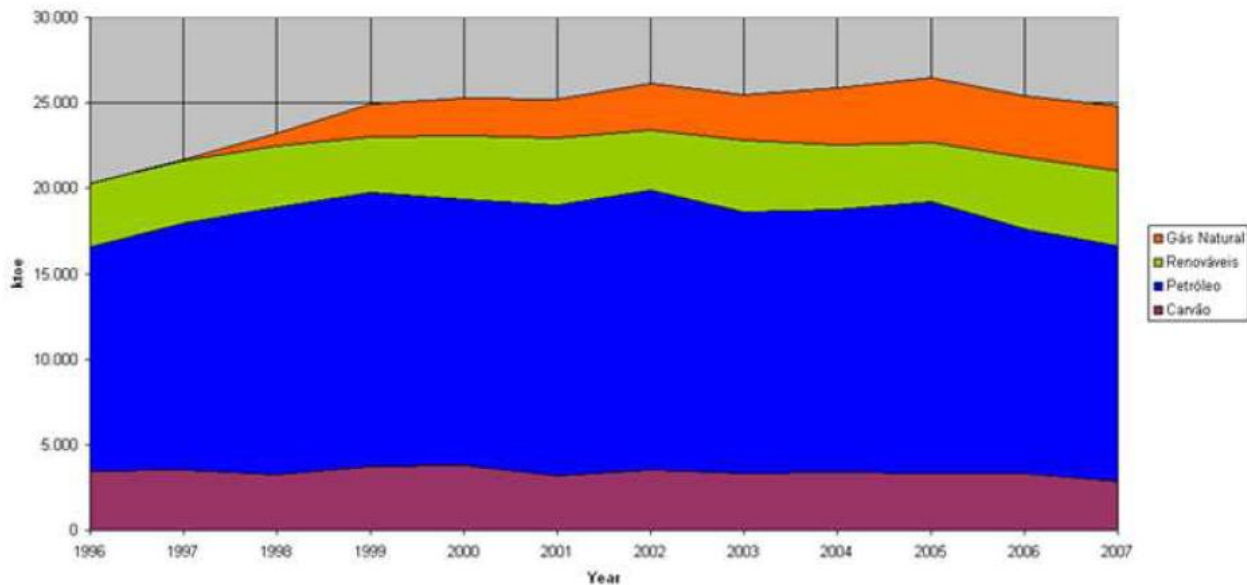


Figura 3: Evolução do consumo de energia primária em Portugal. [2]

Em termos estatísticos, Portugal importa cerca de 88% das suas necessidades energéticas [3]. Em 2007, importou perto de 16 410 toneladas de ramas e refinados, tendo despendido mais de 6 mil milhões de euros (mais de 16 milhões de euros por dia) em compras líquidas ao exterior (já descontada a exportação) para satisfazer as suas necessidades energéticas. Isto significa que, por cada dólar a mais no custo por barril no mercado internacional do Brent, Portugal gasta mais cerca de 1,5 milhões de dólares em cada dia, mais 540 milhões de dólares por ano, ou seja 394 milhões de euros [4].

Acresce que Portugal é pouco eficiente na forma como utiliza a energia, o que se demonstra com a intensidade energética em energia primária do aparelho produtivo da economia portuguesa: em 2006 foram precisas 200 tep para produzir 1 000 euros de PIB, quando a media europeia (UE-25) foi de 177 tep [4]. Contudo, a intensidade energética em Portugal foi reduzida em 5,49% quando comparada com o ano anterior [4]. Portugal tem um consumo de energia final por habitante ainda reduzido quando comparado com os outros países da UE – 1,7 tep/habitante contra uma media europeia (UE-25) de 2,5 tep/habitante [4]. A tendência é, contudo, para o seu aumento, embora pesem períodos de retracção geralmente associados a fases baixas do ciclo económico: entre 1996 e 2000 a taxa de crescimento médio anual (TCMA) foi da ordem de 5,1%, registando-se um abrandamento a partir daquele último ano para cerca de 1% ao ano entre 2002 e 2006 [4]. Isto significa que será necessária uma alteração de padrões de produção e de consumo de energia a fim de aumentar a eficiência energética e ambiental da economia portuguesa e reduzir a sua vulnerabilidade em relação ao comportamento dos mercados internacionais.

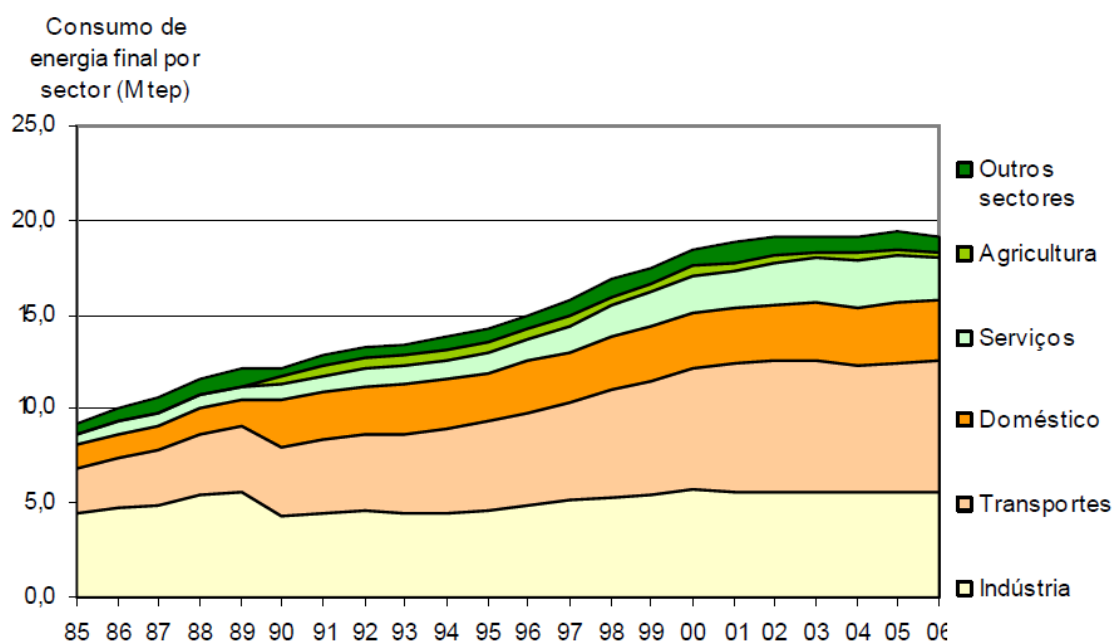


Figura 4: Consumo de energia final por sector. [4]

Como se pode ver pela Figura 4, a grande questão continuará a ser a do consumo de energia pelo sector dos transportes. Este representa 38,5% [5] do consumo de energia final, ou seja, trata-se do sector que, desde há poucos anos, passou a ser o maior utilizador de energia final, com a agravante de se tratar de energia de origem fóssil na sua esmagadora maioria. O sistema existente de mobilidade/acessibilidades está fortemente dependente do transporte rodoviário, e este constitui, de facto, pese embora a melhoria da eficiência energética e ambiental dos motores registadas nos últimos anos, o sector que mais contribui para as emissões de gases com efeito de estufa (GEE). Na verdade o sector tem continuado a utilizar processos tecnológicos (o motor de explosão) que em pouco se distinguem, do ponto de vista da eficiência energética e ambiental, dos veículos do início do século XX. Este é, portanto, o sector onde o grande esforço tem de ser realizado, promovendo uma acelerada alteração da repartição modal para os modos mais eficientes. O dramático crescimento dos preços do petróleo introduziu, alterações nos hábitos de mobilidade, constituindo uma oportunidade para uma intervenção mais profunda no sistema, não sendo, no entanto, suficiente para realmente fazer a diferença [4].

### 1.3 Sector dos Transportes

O sector dos transportes tem ocupado uma posição de destaque quando se aborda a questão dos impactes ambientais derivados das emissões de GEE ou as alterações climáticas. Todavia, mais recentemente, este sector de actividade passou também a ser objecto de outro tipo de preocupações, associadas neste caso à energia que consome.

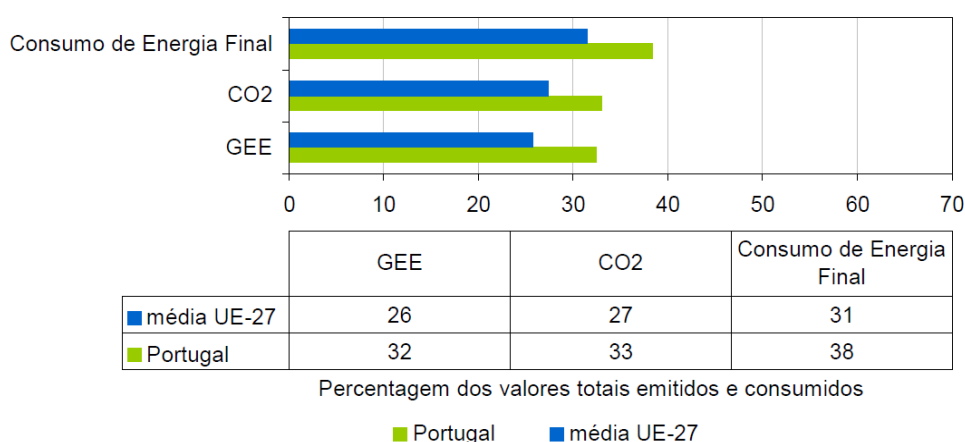
Neste contexto, não se pode deixar de considerar com particular atenção o facto do nosso sector dos transportes continuar a apresentar uma deficiente eficiência energética e depender quase exclusivamente dos combustíveis com origem no petróleo, cerca de 98% [6]. Por outro lado, o facto dos transportes colectivos terem perdido importantes quotas de mercado na última década, enquanto os modos suaves – a marcha a pé e em bicicleta – continuam a representar no país uma alternativa quase inexistente, são por si só mais dois aspectos de preocupação face ao panorama acima descrito, no que concerne à subida do custo dos combustíveis fósseis [4].

A agravar esta situação, há ainda a referir o facto da recente motorização da população portuguesa, aliada a um sistema de planeamento urbanístico e de ordenamento do território que tem relevado alguma ineficácia no controlo destas matérias, ter conduzido a um modelo de expansão urbana – também ela recente e com ritmos de crescimento pouco usuais na Europa mais desenvolvida – assente sobretudo no transporte individual, cujo padrão de ocupação do solo resultante se tornou dificilmente compatível com um sistema de transportes colectivos eficiente e economicamente aceitável para o poder de compra das famílias portuguesas [4].

É assim, tendo por pano de fundo este cenário, que se deve analisar o sector dos transportes ao nível do ambiente e equacionar as possíveis políticas a desenvolver e as medidas a tomar para reduzir os seus impactes ambientais e a sua dependência energética.

A actividade dos transportes constitui por isso actualmente uma variável chave em qualquer estratégia de controlo do estado do ambiente. Esta importância advém quer pelos impactos mensuráveis que o sector exerce no ambiente, quer pela natureza da própria actividade, dado que se está em presença de uma actividade de enorme intensidade energética.

Esta relevância é verificável na Figura 5, onde se evidencia a contribuição relativa do sector dos transportes para as emissões dos poluentes globais (CO<sub>2</sub> e outros GEE) e para a quota de utilização de energia, em Portugal e na UE-27, no ano de 2006. Os valores apurados revelam uma situação preocupante para o país: os três indicadores escolhidos situam-se a níveis claramente superiores aos da média da UE-27, e apontam para impactes mais graves no ambiente [4].



**Figura 5:** Contribuição relativa do sector dos transportes para as emissões dos principais poluentes e para a quota de utilização de energia, em Portugal e na UE-27, 2006. [4]



O perfil ambiental do sector dos transportes é traduzido por dois indicadores fundamentais: a intensidade energética do sector e as emissões de GEE, ambos referenciados a unidade de PIB.

Os gráficos seguintes ilustram essas relações.

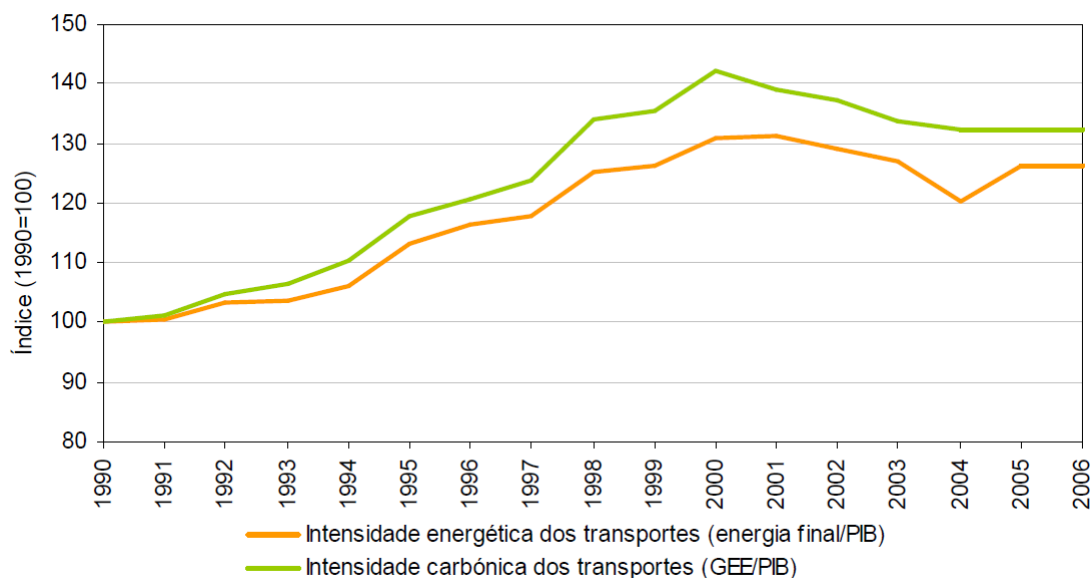


Figura 6: Perfil ambiental do sector dos transportes. [4]

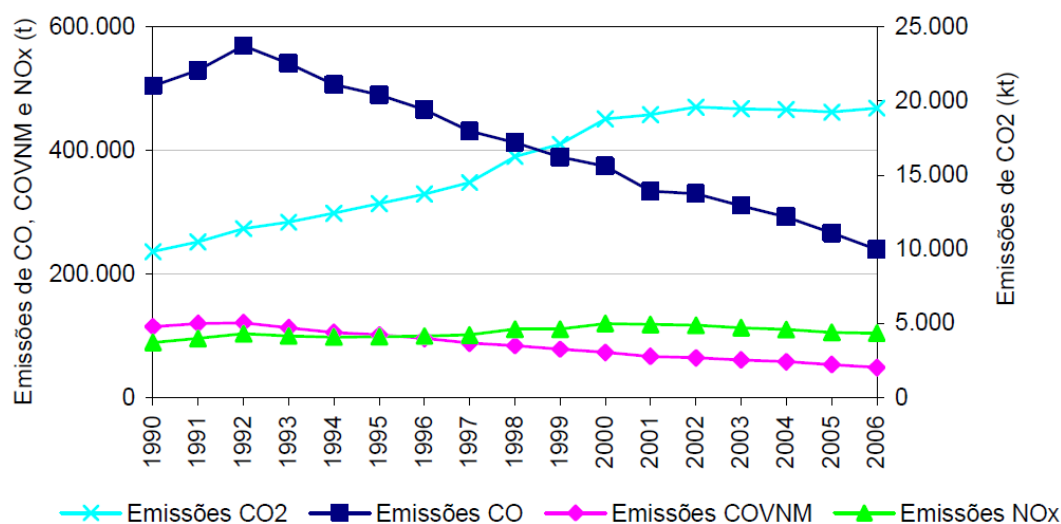


Figura 7: Evolução das emissões dos principais poluentes. [4]

A evolução da intensidade energética da economia em Portugal, depois de um crescimento continuado até 2000, sofreu um claro retrocesso nos anos 2002-2004, tendo-se mantido nos últimos anos relativamente estável. Esta evolução terá sido resultante de alguma redução na intensidade carbónica dos transportes (GEE/PIB), devida especialmente da redução

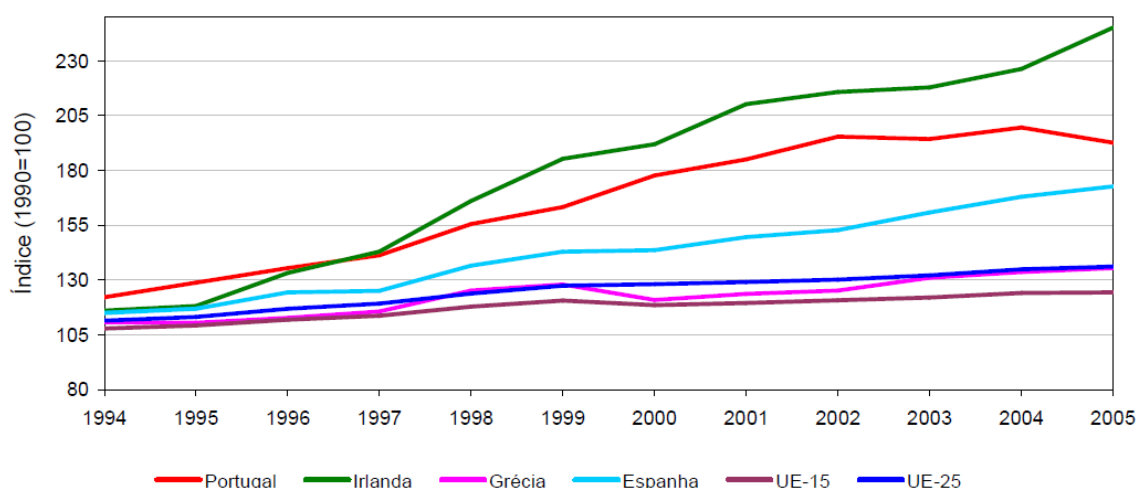
das emissões específicas e totais em todos os principais GEE, bem como da estabilização das emissões de CO<sub>2</sub> no sector. Tudo isto apesar de, como se viu anteriormente, o sector dos transportes ser dos sectores de actividade, o que maior consumo energético apresenta.

Tal como se constata na Tabela 2, o sector dos transportes continua a ser em Portugal, o consumidor final mais importante face a todos os restantes sectores de actividade, sendo responsável por 38,5% do total da energia consumida, face a 30,7% da indústria e a 30,8% de todos os outros sectores. Registe-se que, na Europa a 27, o sector mais relevante no consumo final é o que agrega os Serviços e a Habitação, surgindo o sector dos transportes com um peso específico ligeiramente inferior a 1/3 do total [4].

**Tabela 2:** Consumo de energia final por sectores. [4]

	Todos os sectores	%	Indústria	%	Transportes	%	Serviços, Habitação, etc.	%
<b>UE-27</b>	1 176,12	100	324,27	27,6	370,30	27,6	481,55	40,9
<b>Portugal</b>	18,54	100	5,69	30,7	7,14	38,5	5,71	30,8

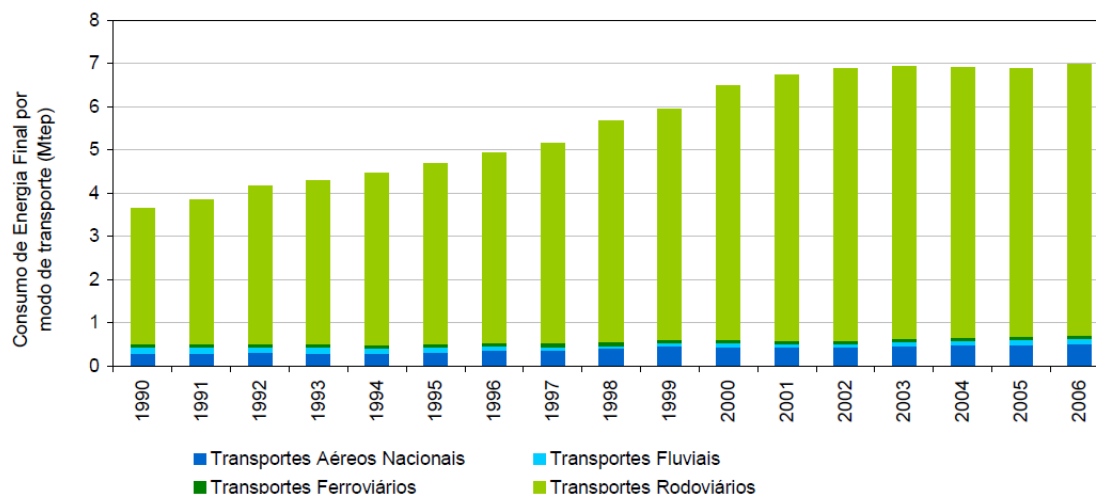
O posicionamento relativo de Portugal face aos países da UE-27, como se pode ver pelo seguinte gráfico, revela que o país continua a ser o 2º maior consumidor de energia nos transportes, apenas ultrapassado pela Irlanda. Nos últimos dois anos em dados disponíveis (2004 e 2005), verificou-se, no entanto, uma diminuição no consumo, mas essa redução pode estar relacionada com um padrão de recessão económica, do que com uma alteração do perfil modal do sector transportador.



**Figura 8:** Evolução do Consumo Energético nos Transportes. [4]

Ao nível dos vários modos de transporte, o rodoviário continua a ser o maior consumidor energético, sendo responsável por 90% do total consumido no sector. Relevante, sem dúvida, é também a evolução do consumo específico por modo: desde há vários anos (2002) que o peso do

transporte rodoviário se mantém praticamente constante, a volta dos 90% do total, o que revela mudanças estruturais pouco significativas nesta componente do sector dos transportes [4]. A Figura 9 demonstra bem essa tendência.



**Figura 9:** Evolução do Consumo de Energia por tipo de transporte em Portugal. [4]

Historicamente, no período entre 1990 e 2005, o sector dos transportes caracterizou-se pelo aumento do consumo energético em cerca de 102%, correspondente a uma taxa anual de crescimento de 4,8% [7]. O principal responsável deste aumento foi o modo rodoviário, que registou um crescimento do consumo de energia de 107% (5,0% / ano), nesse mesmo período [7]. Neste modo de transporte destaca-se as deslocações efectuadas em transporte individual, que cresceram mais de 111%, a um ritmo médio de 5,1% / ano [7]. A circulação em transporte individual é responsável por mais de metade do consumo energético e das emissões de GEE do sector dos transportes. Mais de 60% destes valores foram referentes a deslocações urbanas e suburbanas [7].

Em 1990, a taxa de motorização em Portugal rondava os 171 veículos ligeiros por 1000 habitantes, tendo esta taxa atingido cerca de 406 veículos por 1000 habitantes em 2006 [5]. Estima-se que esta taxa possa atingir os 520 veículos ligeiros por 1000 habitantes, em 2010, e mais de 565 veículos ligeiros por 1000 habitantes, em 2020 [7]. Neste contexto, as projecções efectuadas permitem estimar um aumento do consumo energético no sector dos transportes de cerca de 120% (4,0% / ano) até 2010, face a 1990 [7].

O consumo de combustíveis associado exclusivamente ao modo rodoviário, poderá aumentar cerca de 125% (4,1% / ano), no mesmo período. Estas previsões reflectem um aumento de 132% (4,3% / ano) do consumo do transporte individual. Ainda segundo as projecções, prevê-se um aumento de 110% (3,8%/ano) de emissões de GEE, entre 1990 e 2010 [7].

## 1.4 O caminho a seguir: Protocolo de Quioto

O caminho a seguir pela UE passa por uma política integrada em matéria de energia e alterações climáticas, porque a utilização de combustíveis fósseis para fins energéticos contribui fortemente para estas alterações. Essa política foi subscrita pelos líderes da UE logo em Março de 2007, colocando assim a Europa na liderança do combate mundial às alterações climáticas e criando, deste modo, as condições necessárias para que a UE reforce a sua segurança de aprovisionamento e a sua competitividade.

A política integrada em matéria de energia e alterações climáticas marca o início de uma nova revolução industrial, que visa mudar a forma como se produz e utiliza a energia, bem como os tipos de energia que utilizamos. Tem por objectivo a transição para uma economia respeitadora do clima, com base numa conjugação de tecnologias e de fontes de energia com baixas emissões de carbono.

Para limitar o aumento da temperatura global a 2°C, as emissões globais de GEE terão de estabilizar dentro de 10 a 15 anos, após o que, até 2050, terão de ser reduzidas em cerca de 50% em relação aos valores de 1990 [8]. A UE procura agora celebrar um novo acordo global que permita concretizar estes objectivos. Em seu entender, todos os países industrializados devem, em primeiro lugar, reduzir as suas emissões de GEE em 30% até 2020, em relação aos níveis de 1990. Os países em desenvolvimento, como a China e a Índia, devem igualmente começar a limitar o aumento das suas emissões [8].

A fim de sublinhar a sua determinação e constituir um exemplo para os seus parceiros, a UE acordou em reduzir as suas próprias emissões de GEE em, pelo menos, 20% até 2020, independentemente das medidas que outros países adoptarem. Tenciona concretizar este objectivo através de acções programadas na nova política integrada em matéria de alterações climáticas e energia, em conjunto com outras medidas actualmente em vigor [8].

Os líderes da UE decidiram [8]:

- Reduzir o consumo de energia em 20% em relação às projecções para 2020, melhorando para tal a eficiência energética;
- Até 2020, aumentar para 20% a quota das energias renováveis no consumo energético global, o que representará quase o triplo dos níveis actuais;
- Duplicar (para pelo menos 10%) até 2020 a percentagem de combustíveis de origem renovável, incluindo biocombustíveis, no consumo total de gasolina e de gasóleo; garantir a sustentabilidade da produção de biocombustíveis, sejam eles produzidos na UE ou importados; criar incentivos para o desenvolvimento de biocombustíveis a partir de desperdícios, resíduos e outras fontes que não se destinem à alimentação;
- Desenvolver e promover tecnologias com emissões baixas ou mesmo nulas de carbono — incluindo a captação e o armazenamento de carbono para impedir que o dióxido de carbono se liberte na atmosfera, por meio da sua captação e do seu armazenamento subterrâneo — que possam dar um contributo significativo para a redução das emissões até 2020;
- Melhorar a integração dos mercados de energia da UE, ou seja, evoluir em direcção a mercados da electricidade e do gás que possuam uma dimensão europeia e sejam mais competitivos;

- Melhorar a integração da política energética da UE nas outras políticas comunitárias, como a política agrícola, a política comercial e a política de investigação e não apenas na política do ambiente;
- Reforçar a cooperação internacional: se a UE conseguir adoptar uma abordagem comum em relação à energia e exprimi-la a uma só voz, poderá liderar o debate mundial.

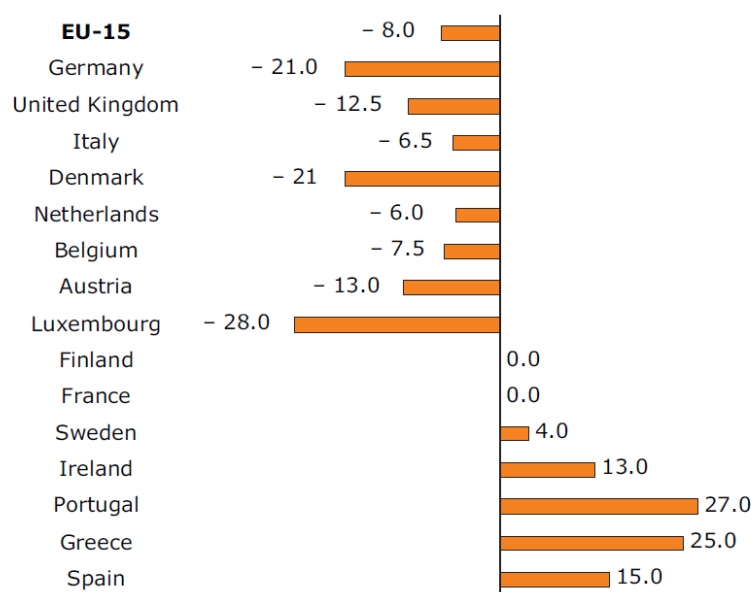
Em Janeiro de 2008, a Comissão Europeia apresentou propostas políticas concretas nesta matéria para colocar a UE e os seus cidadãos na via certa para combater as alterações climáticas, aumentar a segurança do aprovisionamento de energia e promover um crescimento económico contínuo.

A UE não parte do zero no que respeita ao combate às alterações climáticas. De facto, há já vários anos que tem vindo a reforçar progressivamente as suas medidas, com vista a aumentar a eficiência energética, estabelecer limites para as emissões das fábricas e dos veículos automóveis e incentivar a poupança de energia. As regras aplicáveis à reciclagem e à restrição do uso dos aterros sanitários têm contribuído igualmente para reduzir a quantidade de carbono emitido pela UE, ou seja, a chamada pegada de carbono. O sétimo programa-quadro de investigação e desenvolvimento tecnológico é o mais recente de uma série de programas de investigação da UE que têm vindo a dar uma ênfase crescente ao ambiente, à energia limpa e com baixas emissões de carbono e às alterações climáticas.

Importa, sobretudo, assinalar que está já em adiantada fase de aplicação um programa da UE destinado a reduzir as emissões de GEE em 8% até 2012. A UE assumiu este compromisso no âmbito do chamado Protocolo de Quioto da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas [8].

Discutido e negociado em 1997 e ratificado em Março de 1999, o Protocolo de Quioto estabeleceu para o conjunto dos países desenvolvidos o objectivo de reduzir, em média, as emissões de GEE em 5,2% entre 1990 e 2012 [8]. Na Figura 10 encontram-se as metas estipuladas para os respectivos países. O Protocolo estabeleceu também mecanismos de mercado flexíveis, como o comércio de licenças de emissão, no intuito de auxiliar os países industrializados a cumprir os seus compromissos de redução ao menor custo e incentivar o investimento em projectos de energia limpa em países em desenvolvimento e economias em transição.

Embora os Estados Unidos da América não tenham ratificado o Protocolo e, por conseguinte, não estejam a contribuir formalmente para o objectivo, a UE prosseguiu a aplicação de medidas concretas para atingir os seus objectivos em matéria de emissões, medidas essas que têm em conta o nível de desenvolvimento económico e industrial de cada Estado-Membro. Na sua maioria, os países que aderiram à UE em 2004 negociaram objectivos individuais no quadro do Protocolo de Quioto quando ainda não faziam parte da União [8].



**Figura 10:** Metas estipuladas para as emissões de GEE nos vários países europeus de acordo com o Protocolo de Quioto. (%) [9]

Actualmente, muitos destes países estão longe das respectivas metas estipuladas, destacando-se o caso de Portugal que sofreu um aumento de emissões de GEE na ordem dos 40,7% [9], quando até 2012 esse nível de emissões de GEE só poderá sofrer um aumento de 27% de acordo com o Protocolo de Quioto, ou seja, nos próximos anos Portugal terá que reduzir as suas emissões de GEE para conseguir alcançar o objectivo imposto.

O sector dos transportes é um dos sectores em que estes países têm actuado com maior vigor para atingirem as metas propostas. Isto porque, os transportes provocaram o maior aumento nas emissões de GEE entre 1990 e 2006 (26%) devido ao grande crescimento no transporte de passageiros (34%), enquanto os restantes sectores viram as suas emissões diminuir. Em 2006, as emissões de GEE dos transportes contribuíram para cerca de 21% do total de emissões dos 15 membros europeus referidos no gráfico anterior [9]. Estas emissões devem-se, na maior parte, ao dióxido de carbono proveniente da queima do combustível, com uma ligeira contribuição do óxido nitroso e do metano. As emissões de GEE continuaram a aumentar desde 2006 e actualmente continuam a crescer ligeiramente [9]. Embora tenham sido introduzidos melhoramentos na eficiência energética dos diversos modos de transporte e nos combustíveis não fósseis, o aumento da procura neste sector tem suplantado essas medidas.

O transporte rodoviário é, por uma grande margem, a maior fonte de emissões de GEE deste sector, contribuindo para cerca de 93% do total de emissões dos transportes [9]. Um instrumento chave na redução de emissões dos veículos ligeiros de passageiros tem sido o compromisso voluntário dos fabricantes automóveis Europeus, Japoneses e Coreanos em reduzir a média de emissões de CO<sub>2</sub> para os novos veículos. Foi estipulada uma meta de 140 g/km para 2008 na Europa e para 2009 no Japão e na Coreia. A tendência dos consumidores em adquirirem carros maiores, logo mais pesados, contraria o esforço na redução de emissões de CO<sub>2</sub>. Veículos com níveis baixos de emissões de GEE estão disponíveis no mercado, mas não estão a ser vendidos em números suficientes para afectarem substancialmente a média de emissões de CO<sub>2</sub> por veículo.

## 1.5 A Alternativa Híbrida

Seja pelo risco de acabarem os recursos petrolíferos, seja pela pressão dos legisladores para travarem os graves problemas ecológicos que assolam o nosso planeta como foi demonstrado anteriormente, o certo é que, mais tarde ou mais cedo, os veículos actuais, equipados com motores de combustão interna, serão progressivamente substituídos por outros que utilizem uma energia limpa. No entanto, essa transição não será repentina, não vamos ficar independentes do petróleo de um momento para o outro. A solução passa, actualmente, pela alternativa híbrida que, embora continue a utilizar motores de combustão interna, e por isso dependentes do petróleo, servirá para diminuir a dependência que temos do mesmo, reduzindo, também, as emissões nocivas para o ambiente.

Apesar das propostas híbridas terem aumentado bastante nos últimos anos (quando até há pouco tempo só a Toyota, a Lexus e a Honda apostavam nessa alternativa), há quem questione se esta tecnologia permite uma economia de combustível assim tão grande, quando comparada com os motores convencionais, sejam eles a gasolina ou gasóleo [10].

O tema desta Dissertação de Mestrado foca-se precisamente nesta questão, na tecnologia híbrida de um veículo e no quanto esta é ou não fiável do ponto de vista energético para ser aplicada na nossa sociedade. Esta nova tecnologia será explicada mais detalhadamente na secção seguinte.

## 1.6 Objectivos

Tendo em conta tudo o que foi dito anteriormente, o principal objectivo desta Dissertação de Mestrado passa, então, por monitorizar experimentalmente o desempenho e consumos energéticos de um veículo híbrido da gama Lexus através da análise detalhada de vários parâmetros de comportamento do mesmo. Para tal, foram realizadas medições em estrada, com vista à quantificação de perfis de velocidade, consumos de combustível e curvas de rendimento, para diferentes condições de tráfego, de maneira a avaliar até que ponto esta nova tecnologia é aplicável no nosso dia-a-dia, quer em termos ambientais, tecnológicos e económicos, e se de facto é uma alternativa viável para resolver alguns dos problemas referenciados atrás. Será também avaliada a influência que uma portagem “Via-Verde” tem em termos de consumos quando comparada a uma portagem convencional, e também será avaliado o compromisso entre tempo poupado e combustível gasto entre o tipo de condução suave e agressiva.

No final deste trabalho será feita uma analogia com os resultados obtidos na Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro do ano de 2008 [20], e igualmente presentes no artigo do Congresso Nacional sobre Alterações Climáticas [21], sobre o veículo híbrido Toyota Prius que comporta a mesma tecnologia e componentes semelhantes, tendo sempre em conta o facto de se tratar de um veículo de outra gama.

Pretende-se igualmente comparar os valores de consumos de um veículo com esta tecnologia, com os respectivos valores de referência de veículos ligeiros de outras marcas, semelhantes a esse veículo, com propulsão convencional a gasolina e a gasóleo.

## 1.7 Estrutura da Tese

Esta Dissertação de Mestrado está organizada em 6 partes:

Na primeira parte (capítulo 1) é relatado o estado energético preocupante de todo o nosso planeta com especial foco no uso de petróleo e nas consequências que isso acarreta. É referenciado, também, o estado energético do nosso país e a maneira como os diferentes sectores contribuem para o consumo energético. Tendo isto em conta, o sector dos transportes é analisado mais detalhadamente em relação ao seu estado actual e é feito um perfil ambiental do mesmo, com atenção especial ao seu consumo energético e às emissões de GEE. Como possível solução para estes problemas, faz-se menção a um possível caminho a seguir de acordo com propostas já em vigor, nomeadamente o Protocolo de Quioto, e é feita também uma referência a uma alternativa de propulsão que é analisada nesta tese, a tecnologia híbrida. Por fim, são descritos os objectivos desta tese, as medições experimentais a realizar e as comparações que irão ser feitas.

Seguidamente, na segunda parte (capítulo 2) é realizada uma descrição do modo de funcionamento da tecnologia híbrida, com distinção entre as diversas configurações existentes e referência às características de cada uma delas.

Na terceira parte deste trabalho (capítulo 3), é analisada a tecnologia híbrida Lexus Hybrid Drive® utilizada pelo veículo aqui em estudo, o Lexus RX 400h. O modo de funcionamento deste sistema é examinado tendo em conta as diversas fases de condução, fazendo-se também referência aos principais órgãos e componentes deste veículo. No final desta secção é feita uma revisão bibliográfica sobre estudos já realizados e resultados auferidos.

Na quarta parte (capítulo 4) a metodologia utilizada neste estudo é descrita, com especial foco no sistema de diagnóstico a bordo utilizado nas medições e nas condições em que os ensaios foram realizados.

A apresentação dos resultados é feita na quinta parte (capítulo 5). Os resultados obtidos são discutidos e analisados individualmente tendo em conta cada um dos tipos de condução empregues. É feita a análise da influência que uma faixa de “Via-Verde” tem nos consumos comparativamente a uma portagem convencional. É analisado, também, o binómio entre a poupança de combustível e o gasto de combustível entre uma condução suave e uma condução agressiva. No final desta secção é feita a comparação entre os consumos do veículo híbrido aqui em análise e veículos ligeiros semelhantes mas de propulsão convencional.

Por fim, na sexta parte (capítulo 6) são retiradas todas as conclusões deste estudo, os resultados são comparados com os resultados do Toyota Prius [20,21] e são feitas sugestões sobre possíveis trabalhos futuros.





## 2 Tecnologia Híbrida

### 2.1 O Conceito

Um veículo híbrido eléctrico utiliza como meio de propulsão uma combinação de dois sistemas que utilizam fontes de energia diferentes. Um produz energia cinética através de um motor de combustão interna de alto rendimento, acoplado a um volante de inércia, a ultra condensadores ou a baterias eléctricas; outro é composto por baterias e motores eléctricos situados nas rodas.

O sistema de tracção híbrido eléctrico implica uma mudança profunda relativamente aos automóveis actuais. O sistema de propulsão tradicional consiste num motor de combustão interna acoplado, por intermédio de uma embraiagem, a uma caixa de velocidades e ao diferencial dotado de juntas homocinéticas. O rendimento do conjunto é fraco, não só por causa do seu peso, mas também porque o motor deve fornecer uma potência variável.

Pode-se melhorar notavelmente o rendimento do sistema tradicional integrando-se um sistema híbrido eléctrico, muito semelhante ao dos veículos eléctricos propulsionados por baterias que alimentam motores eléctricos, com a diferença de que este conjunto inclui um pequeno APU (do inglês, *“Auxiliary Power Unit”* – unidade auxiliar de energia), que é um motor de combustão interna ou qualquer outro sistema auxiliar cuja função é produzir electricidade de maneira a alimentar eficazmente as baterias.

São muitas as vantagens dos veículos híbridos em relação aos modelos convencionais [11,12]:

- O rendimento consegue ser duas vezes superior, graças à eliminação da maior parte das quebras de potência próprias dos veículos convencionais. O motor eléctrico fornece uma potência adicional de forma a assistir o motor de combustão interna quando este está em esforço, ou seja, numa aceleração, ultrapassagem, ou numa subida íngreme. Em alguns veículos, o motor eléctrico fornece, num regime de baixa velocidade, toda a energia necessária à tracção garantindo assim um melhor desempenho, visto nesta situação os motores de combustão interna serem menos eficientes. Por outro lado, o motor é estudado para desenvolver uma potência média, porque os seus picos são cobertos pela fonte de energia alternativa. Da mesma maneira, essa mesma fonte pode ser sempre desactivada, enquanto se utiliza o veículo, quando deixa de ser necessária. O motor é gerido para obter o seu rendimento máximo, pois é mantido em condições de funcionamento bem determinadas, mediante uma carga e uma velocidade de rotação constantes. Tudo isto é controlado e monitorizado por uma unidade de controlo electrónica.
- O sistema de travagem também tem capacidade para regenerar a potência absorvida, o que contribui para eliminar as quebras de rendimento. O motor

eléctrico fornece uma resistência ao movimento de tracção, causando uma pequena diminuição de velocidade. Quando o fluxo de energia está no sentido das rodas para o motor, por exemplo numa descida ou numa travagem, o motor funciona como um gerador fornecendo energia eléctrica às baterias, em vez de ser desperdiçada num veículo sem este sistema.

- Os veículos híbridos têm um sistema de desligar automático quando o veículo está em *ralenti*, voltando a ligá-lo automaticamente quando a carga necessária para a aceleração excede a capacidade de resposta do motor eléctrico. Este sistema permite economias de energia numa condução citadina com muitas paragens.
- Tendo em conta as suas características particulares, os veículos híbridos oferecem uma experiência de condução caracterizada pelo silêncio e pela suavidade na sua deslocação. Quando o veículo se encontra parado, o motor não se encontra em movimento, não transmitindo assim qualquer ruído. Por outro lado, quando o motor eléctrico realiza trabalho, o ruído que é emitido é bastante mais suave que o dos motores de combustão interna.

Com tudo isto, o combustível é explorado de maneira muito mais eficaz, resultando numa redução das emissões de gases, num aumento da autonomia do veículo e fazendo com que os automóveis híbridos sejam um primeiro passo em direcção aos veículos não – poluentes.

## **2.2 Configurações de Sistemas Híbridos**

Existem essencialmente três tipos de configurações de veículos híbridos, variando unicamente na forma como a força motriz é fornecida às rodas. O sistema híbrido pode ser em série, em paralelo ou pode ser um sistema misto, sendo este último a combinação dos dois primeiros.

### **2.2.1 Sistema híbrido em série**

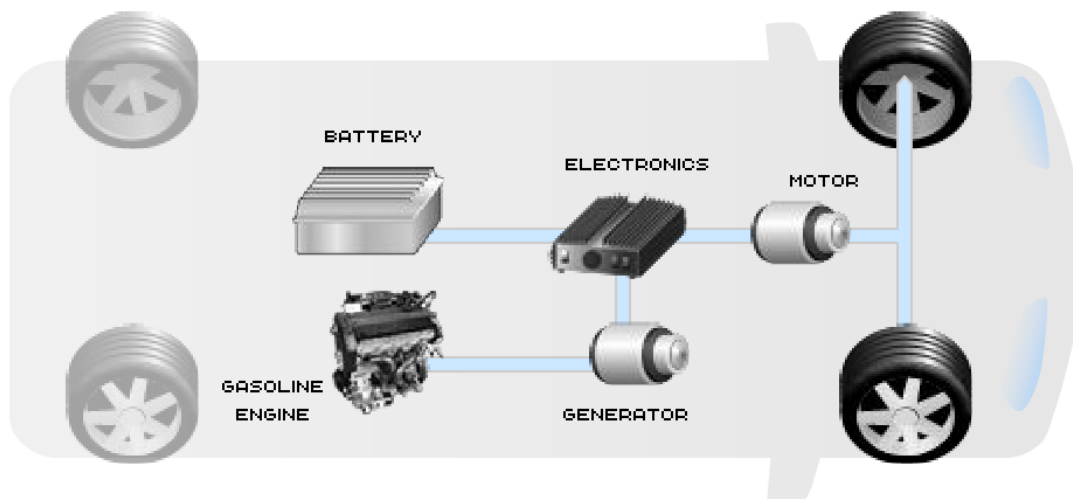
Este sistema híbrido é muito mais parecido em termos de design com um veículo puramente eléctrico do que com um veículo com motor de combustão interna. Neste tipo de sistema, o motor de combustão faz girar um gerador eléctrico em vez de estar ligado directamente às rodas. Este gerador tem a dupla função de carregar a bateria e fornecer energia ao motor eléctrico que faz o veículo deslocar-se. Quando é necessária uma grande quantidade de potência, o motor eléctrico extrai electricidade tanto das baterias como do gerador eléctrico. Para armazenar a energia, o veículo utiliza um conjunto de baterias com uma voltagem superior à da voltagem normal de um automóvel de 12 volts. Normalmente não se utiliza uma transmissão neste sistema, mas se for usada tem um design muito simples, uma vez que os motores eléctricos são eficientes numa grande gama de rotações. Alguns destes veículos podem ter motores eléctricos separados para cada roda e incluem, também, o sistema de regeneração de energia durante a travagem, aumentando, deste modo, a eficiência. De um modo geral, o veículo é muito semelhante às locomotivas diesel-eléctricas com o acrescento de uma bateria.

Como o sistema híbrido em série não tem qualquer ligação entre o motor de combustão interna e as rodas, o motor pode trabalhar a uma rotação constante e eficiente mesmo quando o veículo varia de velocidade. O motor pode, então, chegar à eficiência máxima de 37% (teoricamente, este é o limite máximo de eficiência para os motores de combustão interna), em vez da média de 20%, caso este tivesse ligação directa às rodas. A velocidades baixas ou médias, isto pode resultar num aumento de 50% da eficiência geral (19% vs 29%) [13].

A potência do motor de combustão deve passar pelo gerador e pelo motor eléctrico e, dependendo do design, pode também passar pelo carregador e pelas baterias reduzindo a eficiência (como se demonstra na figura seguinte), uma vez que cada transformação resulta numa perda de energia. Num percurso longo em auto-estrada, o motor de combustão é quem fornece a maior parte da energia, sendo que, nestes casos, o sistema híbrido em série é cerca de 20%-30% menos eficiente do que um sistema híbrido paralelo.

O uso de um motor por roda elimina os componentes convencionais de uma transmissão mecânica (caixa de velocidades, eixos de transmissão, diferencial) e pode, por vezes, eliminar os acoplamentos flexíveis. Se os motores estiverem integrados nas rodas, a massa não suspensa aumenta e a resposta da suspensão é reduzida, o que prejudica o desempenho, o conforto e a segurança. As vantagens de motores individuais por roda incluem sistemas de controlo de tracção mais simplificados, tracção a todas as rodas e permitem um piso mais baixo do veículo, o que se torna útil nos autocarros. As locomotivas diesel-eléctricas utilizam este conceito há cerca de 60 anos [13-15].

A figura seguinte representa simplificadamente este tipo de configuração.



**Figura 11:** Representação de um sistema híbrido em série. [16]

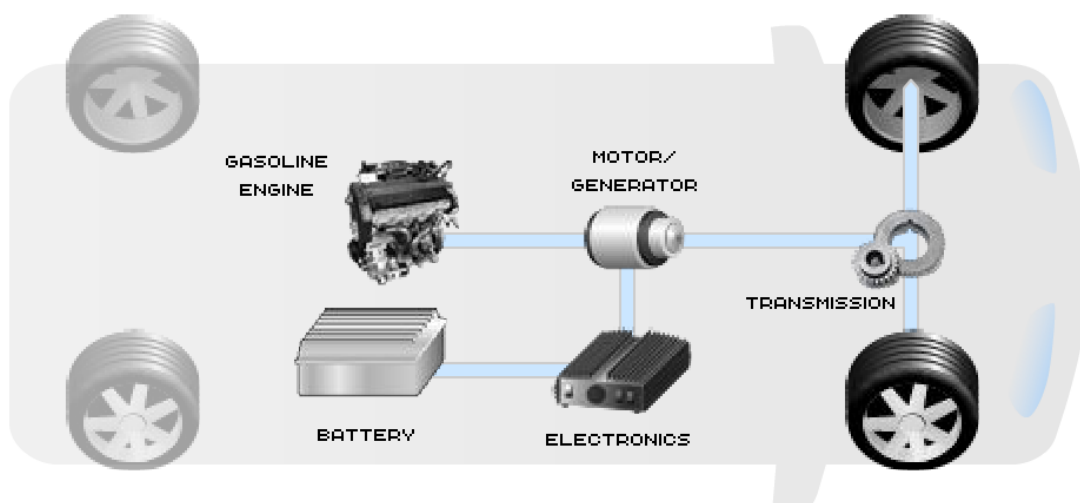
### 2.2.2 Sistema híbrido em paralelo

Os sistemas híbridos em paralelo possuem tanto um motor de combustão interna como um motor eléctrico ligados à transmissão mecânica. A grande maioria dos designs combina um grande gerador eléctrico com o motor numa só unidade, normalmente situados entre o motor de combustão e a transmissão, substituindo, assim, o convencional motor de arranque e o alternador. A propulsão do veículo é feita pelo motor de combustão que por sua vez é assistido por um motor eléctrico. Para armazenar a energia, o veículo utiliza um conjunto de baterias semelhantes ao do sistema híbrido em série, ou seja, com uma voltagem superior à da voltagem normal de um automóvel de 12 volts. Os acessórios como a direcção assistida e o ar condicionado são alimentados por motores eléctricos em vez de estarem acoplados directamente ao motor de combustão. Isto permite ganhos em termos de eficiência uma vez que os acessórios podem funcionar a velocidades constantes, independentemente das rotações a que o motor de combustão esteja a funcionar. Na Figura 12 encontra-se representado este tipo de sistema.

Este tipo de sistema híbrido pode existir em diferentes configurações, consoante a maneira como as duas fontes de potências estejam mecanicamente ligadas. Nos automóveis é mais usual o motor de combustão e o motor eléctrico estarem ligados através de uma engrenagem diferencial.

Ao contrário do sistema híbrido em série, este sistema permite que tanto o motor de combustão como o motor eléctrico forneçam a sua energia, simultaneamente, para fazer mover o veículo, criando assim as vantagens deste sistema:

- O motor eléctrico de tracção é mais pequeno;
- As várias conversões da potência do motor para as rodas deixam de ser necessárias, aumentando, assim, o rendimento global. [13-15]



**Figura 12:** Representação de um sistema híbrido em paralelo. [16]

### 2.2.3 Sistema híbrido misto

O sistema híbrido misto ou sistema híbrido série-paralelo, combina, tal como o nome indica, características tanto do sistema híbrido série e paralelo. Este sistema, representado na Figura 13, incorpora um dispositivo de separação de potência que permite que a potência que chegue às rodas seja de origem mecânica ou eléctrica, ou de ambas.

O binário de um motor de combustão é baixo a rotações mais baixas. Num veículo convencional, isto implica que se utilize um motor de maiores dimensões para acelerar o veículo quando este está parado. Este motor, no entanto, tem mais potência do que aquela necessária para uma velocidade de cruzeiro, isto é, está sobredimensionado para este tipo de condução. Um motor eléctrico, por outro lado, dispõe do binário máximo logo desde o arranque e é ideal para completar a falta de potência a baixas rotações do motor de combustão. Sendo assim, num sistema híbrido misto, um motor mais pequeno, menos flexível e mais eficiente pode ser utilizado. O ciclo Otto convencional (maior potência específica, maior binário a rotações baixas, menor eficiência em termos de consumo) pode ser modificado para um ciclo Miller ou um ciclo Atkinson (menor potência específica, menor binário a rotações baixas, maior eficiência no que toca aos consumos). Um motor pequeno utilizando um ciclo mais eficiente contribui significativamente para um maior rendimento global do veículo.

No sistema híbrido da Toyota (Toyota Hybrid System THS/Hybrid Synergy Drive), o dispositivo de divisão de potência é composto por um trem planetário de 3 eixos e encontra-se situado antes da transmissão. Isto torna o sistema muito simples em termos mecânicos, mas tem algumas desvantagens. Por exemplo, a velocidade máxima é limitada pela velocidade do motor eléctrico mais pequeno (funcionando normalmente como gerador). Também a eficiência da transmissão é fortemente dependente da quantidade de energia transmitida pelo motor eléctrico, pois devido à combinação das múltiplas conversões, o rendimento global ronda os 70%, abaixo dos 98% de uma transmissão mecânica normal. Existem, também, algumas variações ao tipo de sistema referido anteriormente, nomeadamente no Lexus RX 400h. Neste veículo, além do trem planetário que efectua a divisão de potência, existe um trem planetário adicional de redução da velocidade do motor eléctrico de maneira aumentar o seu binário, possuindo assim, uma maior elasticidade. Na secção seguinte será explicado, com maior detalhe, todos os componentes e todas as características deste tipo de sistema híbrido. [13-15,17]

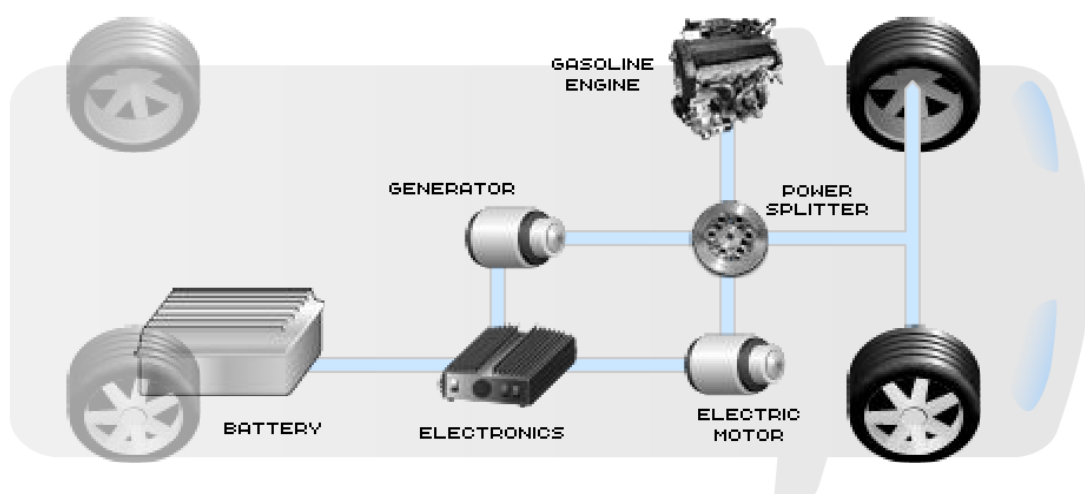


Figura 13: Representação de um sistema híbrido misto. [16]

## 2.3 Revisão Bibliográfica

Sendo uma tecnologia relativamente recente, os veículos híbridos têm chamado especial atenção sobre a sua viabilidade energética e ambiental. Muitos estudos foram feitos a estes veículos para provar isso mesmo.

A Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro do ano de 2008 sobre o veículo híbrido Toyota Prius escrita por L. Bastos [20], consistia na realização experimental de ensaios em estrada, com a quantificação do consumo de energia e análise do desempenho de um veículo híbrido Toyota Prius para diversas situações de circulação. As situações de circulação analisadas foram: paragens e arranques sucessivos (“pára-arranca”), circulação em rotundas e diversos perfis de velocidades para três tipos de condução (suave, intermédia e agressiva). Foi ainda realizada uma modelação numérica com o modelo Copert 4, de forma a calcular o consumo de combustível para diversos veículos da mesma gama (incluindo veículos híbridos). A partir da quantificação do desempenho do Toyota Prius, verifica-se que o veículo híbrido é competitivo especialmente para meio urbano. (Para mais informações sobre este trabalho e outras referências sobre monitorização de veículos Toyota Prius, deverá consultar-se igualmente o artigo [21]).

Um estudo levado a cabo por G. Fontaras et al. [22] pretendia quantificar as emissões de gases poluentes e o consumo de combustível de dois veículos híbridos, não só em relação às condições de condução que se regem pelos ciclos legislados, mas também sobre condições de condução “reais”. Os veículos analisados foram o Toyota Prius da segunda geração e o Honda Civic IMA. O estudo demonstrou que as emissões de gases de poluentes locais permaneceram inferiores às correspondentes normas EURO de emissões standard para ambos os veículos e as emissões de CO<sub>2</sub> registaram valores inferiores a 140 g/km em quase todos os ciclos testados. Além disso, o híbrido da Toyota apresentou emissões significativamente baixas em todas as condições. Em termos de consumo de gasolina, o estudo concluiu que os veículos apresentam médias inferiores quando comparados com os veículos convencionais de combustão interna. Os resultados também demonstraram que quanto maior for o nível de hibridização do veículo, menores vão ser as médias de consumo em condições de condução urbana, com clara vantagem para o Toyota Prius, pois este é um híbrido “puro” comparado ao Honda Civic. Acima dos 60 km/h os dois híbridos apresentaram valores de consumo similares, e acima dos 95 km/h os valores registados são similares aos de um veículo convencional a gasolina. Em termo de pára-arranca sucessivos, o estudo demonstra uma clara vantagem para ambos os veículos híbridos. Outra conclusão do estudo refere-se ao efeito da temperatura ambiente no consumo de combustível. O estudo demonstra que à medida que o nível de hibridização do veículo aumenta, as temperaturas mais elevadas tendem a aumentar a capacidade da bateria, aumentando assim a acção dos motores eléctricos levando a que o consumo de combustível seja menor.

Outro estudo realizado por Lipman e Delucchi [23] foi focado na análise do custo de ciclo de vida de cinco tipos de veículos híbridos a gasolina quando produzidos em massa. Estes cinco tipos de design foram analisados em cinco modelos de veículos diferentes, precavendo um total de 25 casos de veículos híbridos, sendo posteriormente comparados com os respectivos veículos

convencionais de cada categoria. O estudo demonstrou que a combinação entre uma série de melhoramentos no veículo e o tipo de sistema híbrido em paralelo revela o menor custo entre as opções híbridas, com valores muito próximos dos veículos convencionais. O estudo também refere que o preço de gasolina tido em conta foi um valor muito baixo e que os preços actuais da gasolina mais elevados levariam a que maior parte dos designs híbridos mais eficientes em termos energéticos, mas mais caros, tornar-se-iam mais competitivos na perspectiva da análise do custo do ciclo de vida.

Concretamente sobre o veículo híbrido Lexus RX400h aqui em análise, são poucos os estudos existentes devido à natureza exclusiva do veículo. No entanto, a AVTA (*“Advanced Vehicle Testing Activity”*) que faz parte do Departamento de Energia dos Estados Unidos da América e do programa *“Vehicle Technologies Program”*, tem conduzido testes a tecnologias avançadas de veículos desde 1995 de maneira a providenciar dados reais e fiáveis para o desenvolvimento dos veículos. O artigo escrito por Karner e Francfort [24] apresenta os resultados destes testes e explica que actualmente, estes estudos recaem em desempenhos das baterias e testes em estrada de veículos híbridos e veículos híbridos *“plug-in”*, que permitem o carregamento das baterias através da rede eléctrica. Os teste realizados nos veículos híbridos com tecnologia igual ou semelhante ao veículo em análise nesta Dissertação, incluem os veículos fabricados pelos principais construtores automóveis, entre eles o Toyota Prius e o Lexus RX 400h, com um total de 4 milhões de quilómetros. O estudo revela que os veículos do modelo Prius em análise declaram uma média de 5,35 l/100km com o ar condicionado ligado, ao passo que quando este está desligado a média ronda os 4,44 l/100km (21,6% inferior). Em relação aos veículos do modelo RX 400h, estes anunciam uma média de 9,8 l/100km quando o ar condicionado está em funcionamento, e uma média de 7,59 l/100km quando este está desligado (21,7% redução). No que toca aos testes de desempenho das baterias, os resultados revelam que após 256.000 quilómetros, e embora a sua capacidade apresente uma degradação significativa, estas continuam a ser capazes de corresponder às necessidades de energia do veículo e a absorver a energia da travagem regenerativa, demonstrando que o seu desempenho permanece inalterado ao longo do ciclo de vida de operação do veículo híbrido.

Uma outra análise feita, novamente, pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos, avalia cada veículo em termos de poluição atmosférica e atribui-lhes uma pontuação de 0 a 10 (sendo este último valor o melhor) [25]. Fazendo a comparação entre o Lexus RX 400h e o Lexus RX 350, o primeiro obtém uma pontuação de 8 segundo a norma BIN 3 e uma pontuação de 9 segundo a norma SULEV II, ao passo que o Lexus RX 350 apresenta uma pontuação de 6 na norma BIN 3 e a pontuação 7 na norma SULEV II, claramente inferior ao veículo híbrido. Em relação ao Toyota Prius, a pontuação na norma BIN 3 é igual ao do Lexus RX 400h, enquanto na norma SULEV II o Toyota alcança a pontuação de 9,5. O mesmo departamento do qual provém este estudo, apresentou uma lista ordenada por consumos de todos os veículos comercializados nos Estados Unidos. Nessa lista, o Lexus RX 400h ocupa o 9º lugar, ao passo que o Toyota Prius encontra-se em 2º, logo atrás do híbrido Honda Insight. Nessa mesma lista, nos 12 primeiros lugares encontram-se 8 veículos híbridos, provando que esta tecnologia é uma das mais eficientes em termos energéticos actualmente.



Por fim, a AFS Trinity Power Corporation, efectuou um estudo no qual comparou os custos de operação do Lexus RX 350 convencional com o Lexus RX 400h híbrido [26]. O estudo revela um custo de energia semanal de 37,8 dólares no caso do RX 350 e 31,9 dólares para o RX 400h. Após cinco anos de operação, o estudo revela que a versão híbrida tem uma poupança de 4.145 dólares perante a versão a gasolina, valor que ascende aos 8.431 dólares após os dez anos de operação.

Assim, e muito embora todos os estudos obtiveram resultados positivos na análise desta tecnologia, verificou-se a inexistência de estudos de monitorização de veículos Lexus em diferentes perfis de velocidade.

### 3 Lexus RX 400h - O primeiro SUV híbrido do mundo

Depois do sucesso alcançado pelo Toyota Prius, a Lexus lançou no mercado em 2004 o primeiro SUV híbrido do mundo, o Lexus RX 400h, um veículo que combina os prazeres de um veículo utilitário desportivo (SUV) luxuoso e de alto desempenho com as preocupações ambientais. No seguimento da Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro e no artigo do Congresso Nacional sobre Alterações Climáticas acerca do desempenho energético e ambiental do Toyota Prius [20][20,21], esta tese segue o mesmo contexto, mas neste caso, a análise será feita ao Lexus RX 400h, apresentado na seguinte figura.



Figura 14: Lexus RX 400h.

O funcionamento do sistema descreve-se em seguida. O RX 400h dispõe de um motor a gasolina e dois motores eléctricos que funcionam em conjunto para proporcionarem a potência e a capacidade de resposta semelhantes a um V8. Os motores, embora desempenhem um papel activo no fornecimento desta potência, pretendem garantir simultaneamente valores de consumo de gasolina e níveis de emissões de escape reduzidos, semelhantes a um modelo de menor cilindrada. O funcionamento dos três motores é gerido por duas unidades de controlo de potência. O motor a gasolina envia movimento (caso seja necessário) para as rodas e, ao mesmo tempo, faz actuar um gerador eléctrico, cuja energia pode accionar apenas um ou os dois motores eléctricos (tudo depende do tipo de condução e das necessidades de tracção) ou é armazenada nas baterias. Nesta secção será explicado o funcionamento do sistema híbrido do veículo e posteriormente será descrito em detalhe cada um dos seus componentes [18].

### 3.1 Sistema Lexus Hybrid Drive® em funcionamento

O sistema Lexus Hybrid Drive® do Lexus RX 400h combina várias características, com o intuito de produzir um consumo de gasolina eficiente e um bom desempenho na condução:

- Redução das perdas de energia - o sistema pára automaticamente o motor de combustão a baixas velocidades e no arranque, reduzindo a energia desaproveitada.
- A energia recuperada é reaproveitada – energia cinética que normalmente iria ser dissipada na desaceleração durante a travagem é recuperada, sendo utilizada no arranque do motor a combustão e/ou pelo motor eléctrico.
- Assistência do motor – o motor eléctrico assiste o motor de combustão durante a aceleração proporcionando um aumento significativo no desempenho.
- Controlo operacional de elevada eficiência – o sistema maximiza a eficiência global do veículo, utilizando o motor eléctrico nas condições onde o motor de combustão possui baixa eficiência e aproveita os momentos de elevada eficiência para a geração de energia.
- Aceleração rápida devido a sua caixa de Variação Continua. [18]

De notar que quando o motor de combustão está frio o sistema liga-o automaticamente para que se alcance a temperatura óptima de funcionamento. Quando o veículo se imobiliza ou quando se atinge a temperatura ideal, o motor desliga-se para poupar gasolina.

Basicamente, o funcionamento do sistema Lexus Hybrid Drive® pode ser separado em 5 etapas para se otimizar a eficiência global do RX400h, como se descreve no gráfico seguinte.

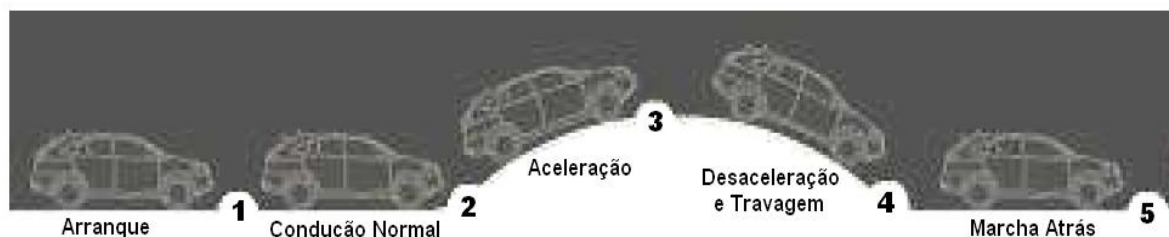


Figura 15: Representação das etapas de funcionamento do sistema híbrido. [18]

Na explicação de cada etapa, será utilizado um nomográfico para representar melhor o tipo de funcionamento de cada um dos motores. Neste gráfico as linhas verticais mostram a RPM e a direcção de rotação, os espaços entre as linhas verticais indicam as relações de transmissão e as setas mostram a direcção do binário (Vermelho: Descarga / Azul: Carga), como se pode ver no esquema seguinte.

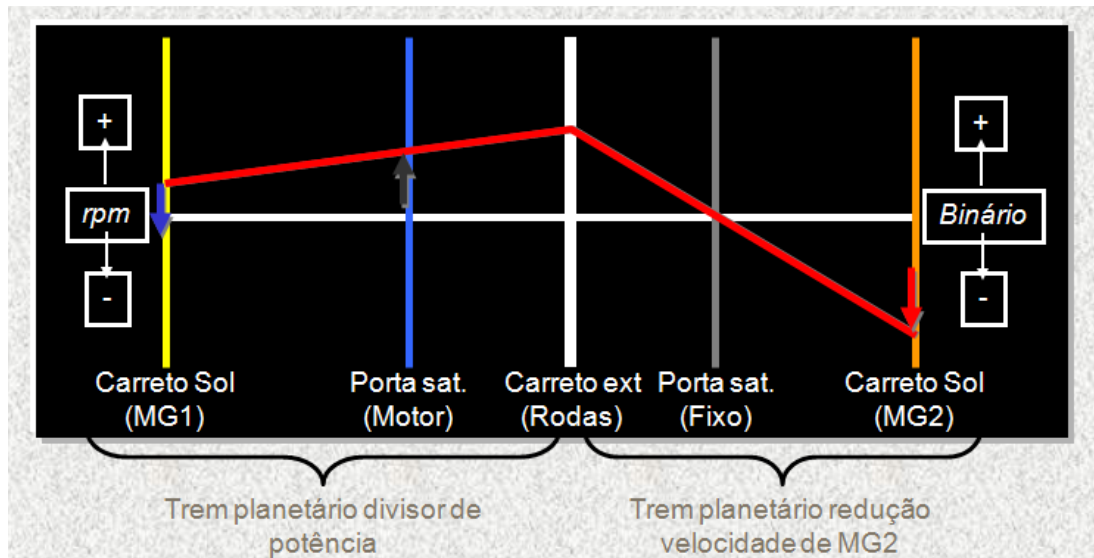


Figura 16: Exemplo de um gráfico nomográfico com as respectivas referências. [19]

Sempre que se liga o RX 400h (desde que as baterias não se encontrem no nível mínimo ou perto disso), o arranque do motor é feito pelo motor eléctrico MG1. Ao mesmo tempo, a corrente flui para MG2 de modo a evitar a rotação do carreto exterior do divisor de potência. Depois de MG1 arrancar o motor, o motor, ao ralenti, faz girar MG1 de modo a este gerar electricidade e recarregar a bateria HV, caso o nível de carga desta seja reduzido. [17-19]

### 3.1.1 Arranque

Na fase de arranque suave do veículo, só o motor eléctrico frontal MG2 e o motor eléctrico traseiro MGR são usados como se encontra representado na Figura 17. Nesta altura, não existe qualquer consumo de gasolina, não existem localmente emissões poluentes nem poluição sonora.

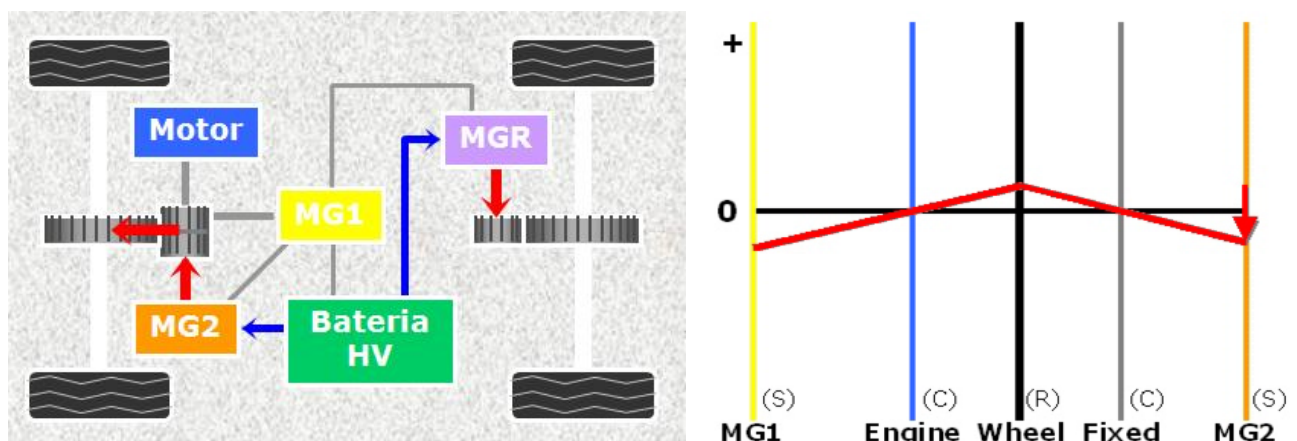


Figura 17: Funcionamento do sistema em arranque suave. [19]

Quando o arranque for efectuado de maneira mais acentuada, ao ponto do binário do motor eléctrico não ser suficiente, o motor de combustão entra em funcionamento com a ajuda do motor MG1. Depois do arranque do motor de combustão, este faz girar o motor eléctrico MG1 para recarregar a bateria e o motor MG2 utiliza a electricidade gerada, como se demonstra nos seguintes esquemas. [17-19]

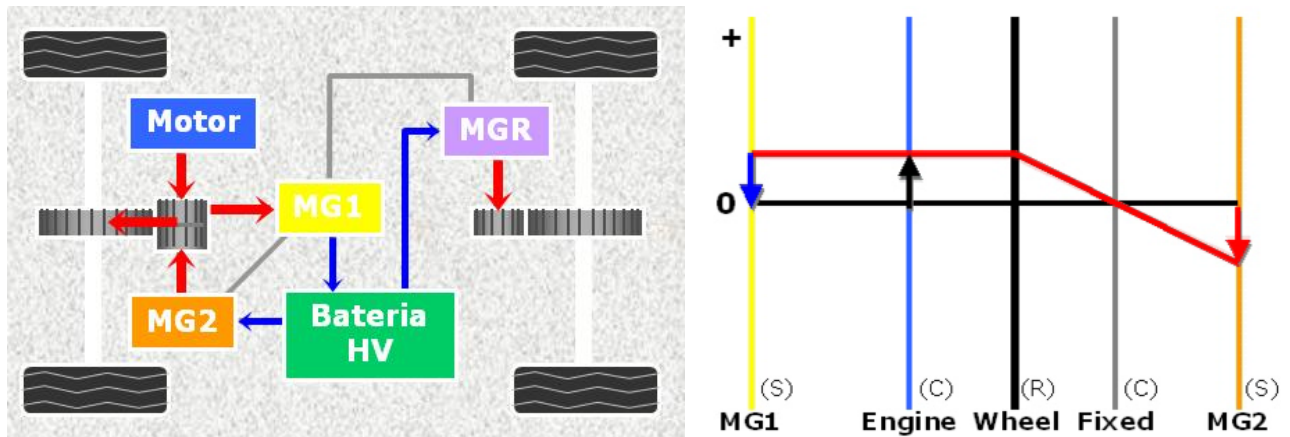


Figura 18: Funcionamento do sistema em arranques bruscos. [19]

### 3.1.2 Condução normal

Quando o RX400h se encontra em velocidade cruzeiro o motor de combustão e o motor eléctrico MG2 transmitem potência as rodas dependendo da carga no acelerador e da velocidade do veículo. A potência do motor a gasolina poderá ser dividida entre as rodas e o gerador MG1. Essa potência distribuída é constantemente analisada e controlada para maximizar a eficiência. Quando necessário o motor carrega as baterias rapidamente. O motor eléctrico traseiro, MGR, é desligado de modo a fazer a economia de gasolina uma prioridade, caso o veículo não precise de activar o sistema E-Four para estabilizar o veículo (este sistema será explicado mais à frente). A Figura 19 representa esquematicamente este tipo de condução. [17-19]

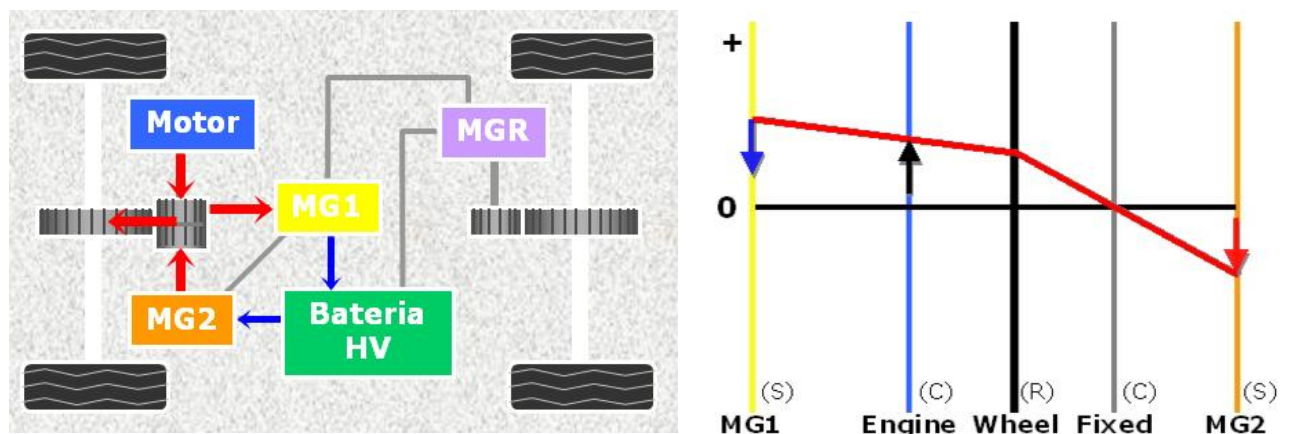
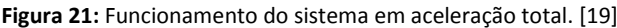
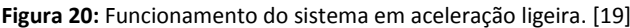


Figura 19: Funcionamento do sistema em condução suave. [19]



Durante uma aceleração ligeira com o motor, o veículo funciona apenas com potência do motor como se demonstra na figura seguinte. A força motriz do motor é dividida entre as rodas e MG1. A electricidade produzida pelo motor MG1 é enviada para MG2, como se encontra caracterizado na figura abaixo. Tal como anteriormente, o motor eléctrico traseiro não é utilizado para reduzir o consumo de energia.



### 3.1.4 Desaceleração e Travagem

O veículo possui duas opções de caixa para a condução normal, a posição D (de “Drive”) e B (de “Brake”). É na desaceleração e na travagem que se nota as diferenças destes dois modos.

Na desaceleração na posição D, os motores eléctricos MG2 e MGR funcionam como autênticos geradores, transformando a energia cinética das rodas em energia eléctrica que é armazenada nas baterias. O motor de combustão é automaticamente desligado para reduzir os consumos. Se o motor desacelerar de uma velocidade mais elevada, este manterá determinada velocidade de maneira a proteger o trem planetário bem como os vários componentes mecânicos do próprio motor de danos devido à paragem brusca ou ao sobreaquecimento. Esta situação foi registada nos testes de aceleração agressiva referenciados mais à frente neste trabalho e encontra-se esquematizada na Figura 22.

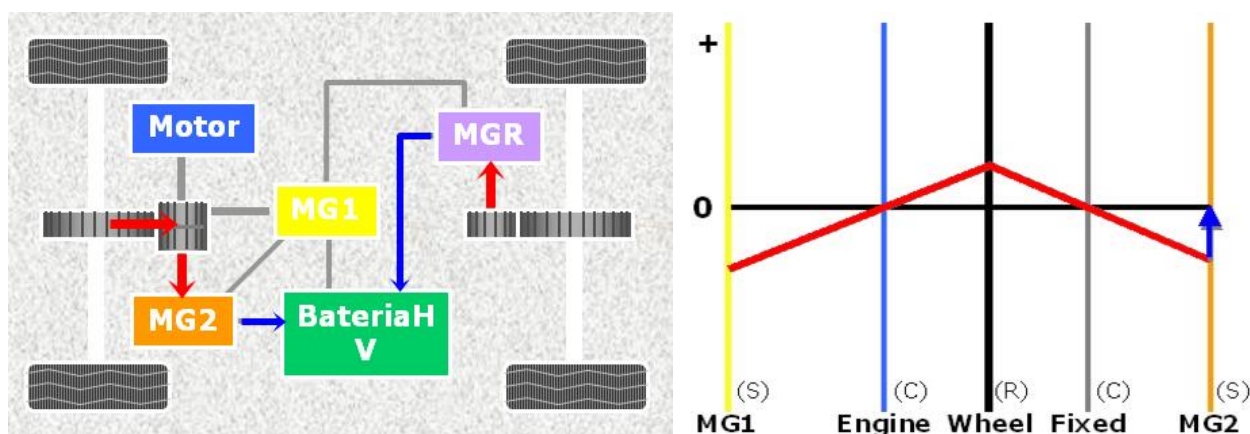


Figura 22: Funcionamento do sistema em desaceleração na posição D. [19]

Na desaceleração com a caixa na posição B, a electricidade gerada por MG2 é fornecida a MG1, e MG1 comanda o motor. Nesta altura, a gasolina para o motor é cortada. A força motriz de MG1 é usada como travão tal como é usado o motor de combustão. A figura abaixo demonstra este tipo de funcionamento.

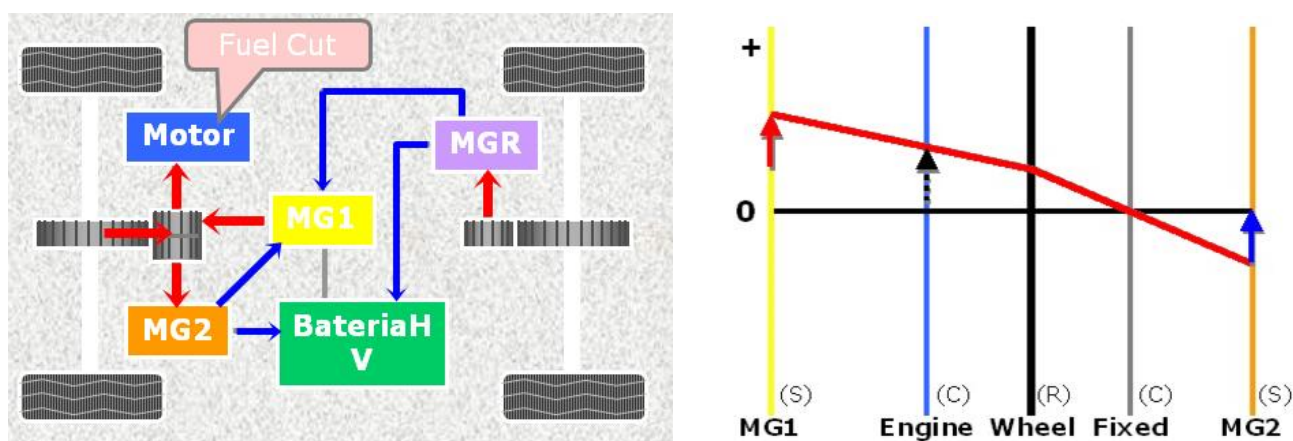


Figura 23: Funcionamento do sistema em desaceleração na posição B. [19]

A travagem regenerativa otimiza toda a energia cinética normalmente desaproveitada durante a travagem. Os travões estão equipados com um sistema regenerador que converte a energia cinética em energia eléctrica sendo armazenada nas baterias de alta voltagem. Como se pode ver no gráfico seguinte, o sistema de travagem regenerativa influencia bastante na travagem global do veículo, quase não sendo necessária a travagem hidráulica poupando, assim, o uso das pastilhas dos travões de disco.

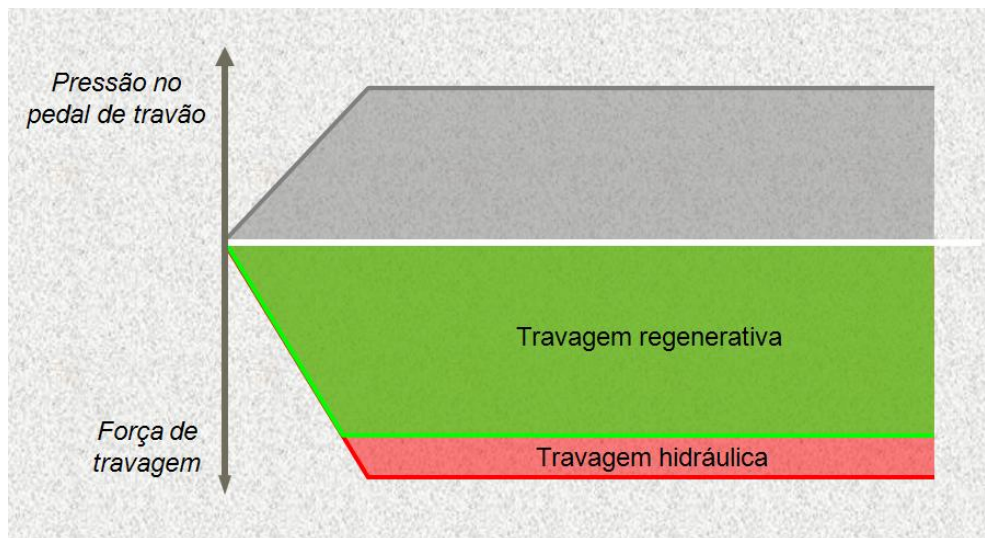


Figura 24: Influência da travagem regenerativa. [19]

Em qualquer circunstância de condução o nível de carga das baterias, assim como a potência disponível, é monitorizado pelo sistema Lexus Hybrid Drive®, evitando que haja a necessidade de recarregar as baterias por via exterior. [17-19]

### 3.1.5 Marcha atrás

Na condução em marcha atrás MG2 e MGR são os únicos motores usados, como se pode ver na seguinte figura. O motor de combustão está sempre desligado e só entra em funcionamento quando o nível de carga de bateria é baixo. O motor MG1 roda sem geração de energia.

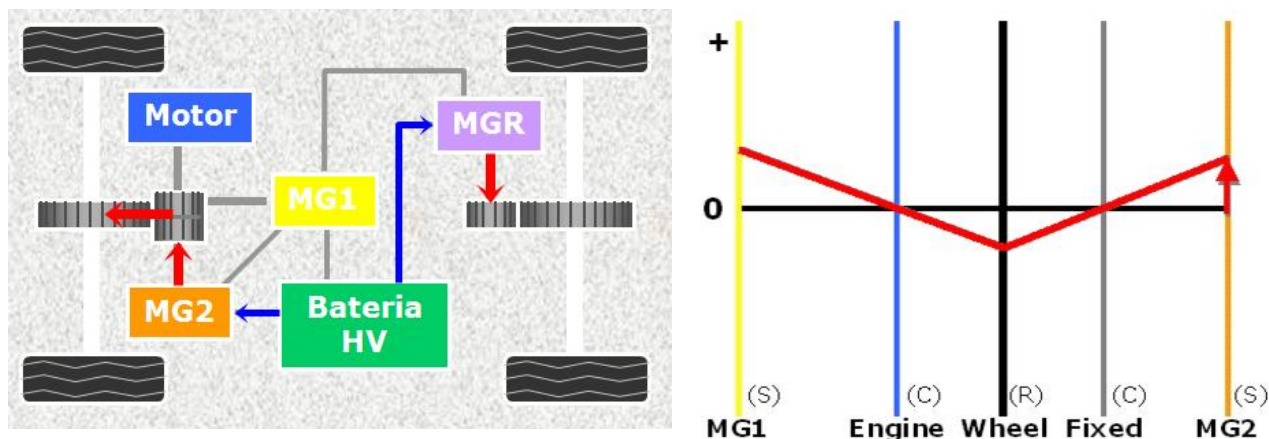


Figura 25: Funcionamento do sistema em marcha atrás. [19]



Como se pode ver pelos diferentes modos de condução do veículo, a qualquer velocidade o Lexus Hybrid Drive® do RX400h monitoriza o óptimo desempenho com o objectivo de diminuir as emissões de CO<sub>2</sub> e o consumo de gasolina, colocando os motores eléctricos a trabalhar isoladamente, ou apenas o motor a gasolina, ou a combinação dos dois. [17-19]

### 3.2 Sistema de tracção “E-Four”

Único no sistema do RX400h Lexus Hybrid Drive® é a capacidade das rodas traseiras possuírem tracção a partir de um motor eléctrico, proporcionando a tracção às 4 rodas “E-Four”. Dependendo das várias condições do piso e das solicitações por parte do condutor o sistema de Gestão Integrada do Veículo (VDIM) controla a tracção às 4 rodas calculando a distribuição do binário pelo eixo frontal e pelo traseiro. O seu funcionamento consoante as várias condições, pode ser visto no seguinte gráfico.

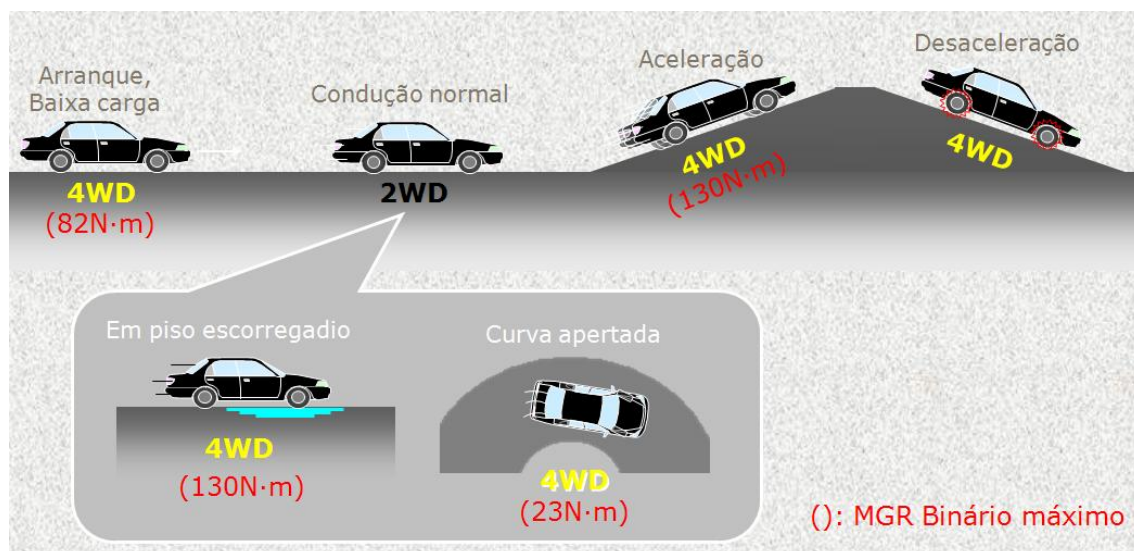


Figura 26: Funcionamento do sistema “E-Four”. [19]

Tal como foi referido anteriormente, no arranque a baixa carga, em aceleração acentuada e em marcha atrás, é utilizado o sistema de tracção às quatro rodas (4WD). Quando o veículo se encontra em desaceleração, o sistema é também utilizado, mas desta vez para regenerar energia para garantir a economia do consumo de gasolina. Em condução normal, o sistema híbrido só utiliza a tracção dianteira para reduzir os consumos de energia, no entanto, em casos de piso escorregadio ou numa curva apertada em que o veículo comece a perder tracção, o sistema actua fornecendo diferentes binários ao motor traseiro para garantir a estabilidade do veículo. [17-19]

### 3.3 Componentes e características do veículo Lexus RX 400h

Antes de passar para a parte experimental, nesta secção irão ser explicados alguns dos componentes mais importantes que compõem o veículo assim como as suas características principais a ter em conta. O esquema seguinte demonstra como é que esses componentes estão distribuídos pelo veículo.

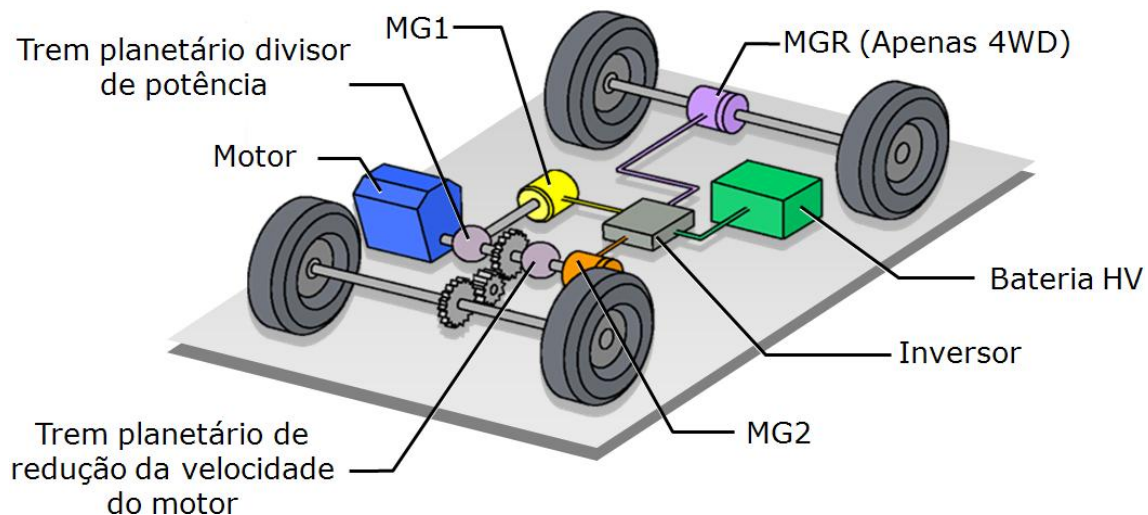


Figura 27: Disposição dos diversos componentes do veículo. [19]

#### 3.3.1 Unidade de Controlo Electrónico - ECU

A unidade de controlo electrónico é o cérebro de todo o sistema híbrido. Esta unidade controla o fluxo de potência entre o motor de combustão, os motores eléctricos e a bateria, com base nos sinais recebidos pelos diversos sensores. Ao monitorar constantemente as diversas condições de condução, a ECU controla o trem planetário de maneira a obter o melhor compromisso entre a potência e a poupança de gasolina.

No global, o veículo possui várias unidades ECU, no entanto, apenas irão ser referidas aquelas que interessam no contexto deste trabalho, como descrito no esquema abaixo. A ECU do sistema híbrido (ECU THS) controla directamente o motor através da informação obtida pelas restantes ECU e pelos sensores de posição da alavanca de caixa e de posição do acelerador. Por sua vez, a ECU MG controla todos os componentes do Inversor bem como os três motores eléctricos, com base nos sinais recebidos pela ECU THS. Se a temperatura de MG1 e MG2 é superior que o valor especificado, a ECU THS restringe a força motriz aplicada às rodas até que seja restabelecido o valor normal. A unidade inteligente da bateria transmite a informação da bateria HV para a ECU THS, nomeadamente a voltagem, amperagem, temperaturas, voltagem das ventoinhas e detecção de curto circuitos, actuando, caso seja necessário, em sistemas de segurança, tal como, as ventoinhas de refrigeração. A ECU do controlo do sistema de travagem calcula a distribuição de binário entre as rodas da frente e de trás. Com base na força de travagem

requerida, esta unidade controla a força de travagem regenerativa e a força de travagem hidráulica. [17-19]

Quando uma roda derrapa, o motor de tracção eléctrica (MG2/MGR) roda a alta velocidade. Esta condição pode danificar o motor ou a caixa. A ECU THS controla a força motriz e aplica uma força hidráulica de travagem. Este controlo possui o mesmo efeito que a função de controlo de tracção. Todas estas ligações encontram-se representadas na Figura 28.

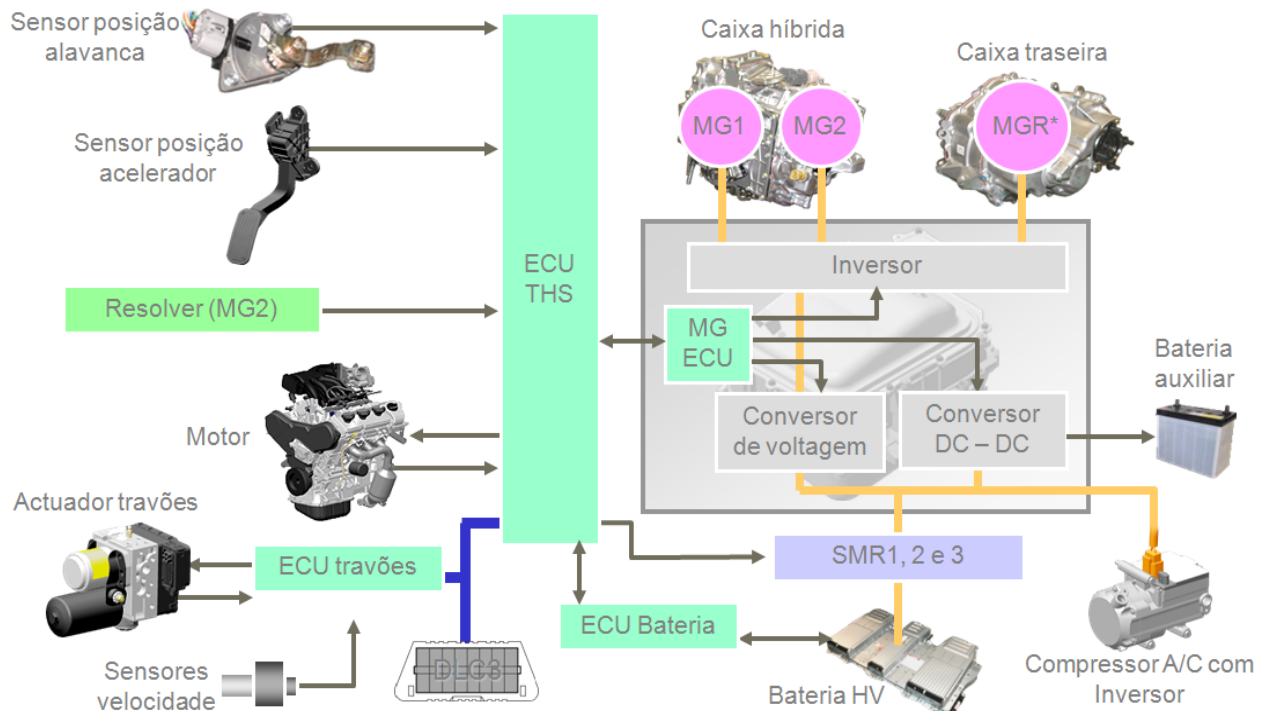


Figura 28: Descrição da unidade de controlo electrónico. [19]

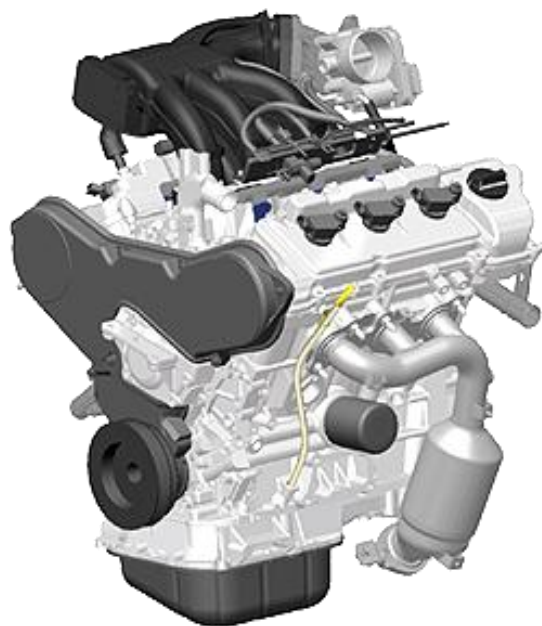
Quando o veículo colide, a ECU THS desliga o sistema híbrido de maneira a garantir segurança.

Todas as comunicações feitas entre as ECU baseiam-se no protocolo de comunicação em série CAN. Este protocolo de comunicação em série síncrono é muito utilizado actualmente pela indústria automóvel, naval e por outros tipos de transportes terrestres nas comunicações efectuadas entre as unidades de controlo electrónico existentes, como é o caso. [17-19]

### 3.3.2 Motor de Combustão

O RX400h emprega o motor 3MZ-FE já aplicado no RX330, comercializado nos Estados Unidos, devidamente revisto em termos de admissão, escape e refrigeração tendo sido otimizado para se compatibilizar com o sistema Lexus Hybrid Drive®, nomeadamente os avanços das válvulas de admissão foram alterados para se conseguir um controlo óptimo do sistema híbrido.

Este motor, representado na imagem seguinte, trata-se de um 3311 cm<sup>3</sup>, 24 válvulas, 4 árvores de cames, V6 a 60º a gasolina que produz uma potência máxima de 155 kW ou 208 cv às 5600 rpm e um binário máximo de 288 N.m às 4400 rpm.



**Figura 29:** Motor de combustão interna 3MZ-FE utilizado no Lexus RX 400h. [19]

Este motor garante bons níveis de resposta, quer em arranque ou em ultrapassagem em auto-estrada, devido, em grande parte, à funcionalidade de abertura de válvulas variável inteligente (VVT-i). Este sistema controlado por computador confere a máxima eficiência à circulação de ar no motor, fazendo variar a quantidade de ar necessária para responder às situações, quaisquer que elas sejam. Assim, não só a resposta do motor é melhor, como também o V6 é muito mais eficiente em termos de consumo de gasolina, ao mesmo tempo que reduz os níveis de emissões de escape. Outro componente que aumenta o desempenho do motor sem esquecer a sua eficiência é o sistema de controlo electrónico da borboleta do acelerador inteligente (ETCS-i), que ajusta o sistema da borboleta relativamente à aceleração. O resultado é a optimização do rendimento do motor, oferecendo um controlo mais preciso e inteligente.

Esta unidade não possui motor de arranque, alternador e correia de acessórios, tendo o gerador (MG1) do sistema híbrido a função de colocar o motor em funcionamento e de carregar as baterias. A instalação de uma direcção de assistência eléctrica, assim como o ar condicionado eléctrico vem reduzir a necessidade de funcionamento do motor de combustão, reduzindo-se também os consumos. Em termos de emissões de gases de escape, este motor cumpre as normas EURO IV. [17-19]

Na seguinte tabela encontram-se descritas as características principais a ter em conta deste motor.

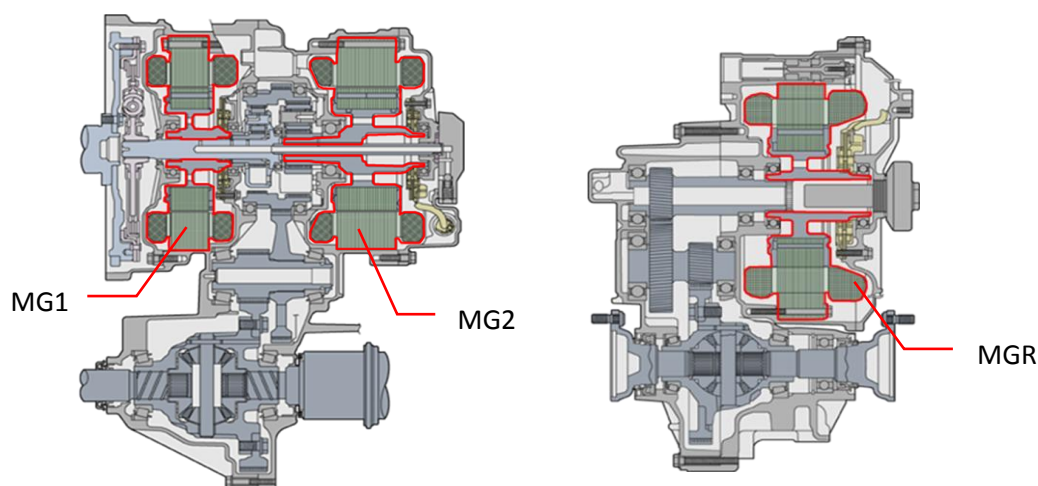
**Tabela 3:** Características técnicas do motor de combustão interna 3MZ-FE empregue no veículo. [19]

<b>Motor de Combustão Interna</b>	<b>Características</b>
Cilindrada [cm <sup>3</sup> ]	3311
N.º cilindros e disposição	6 cilindros em V
Mecanismo de válvulas	24 Válvulas DOHC, correia e engrenagem, VVT-i
Potência máxima	155 kW / 5.600 rpm 208 cv / 5.600 rpm
Binário máximo	288 N.m / 4.400 rpm
Diâmetro x curso [mm]	92,0 x 82,0
Razão de compressão	10,8:1

### 3.3.3 Motores Eléctricos

O novo Lexus RX 400h foi desenvolvido com o objectivo de alcançar elevados desempenhos. Tendo em vista estes objectivos, os engenheiros recorreram a dois motores eléctricos potentes e de design compacto. Na parte dianteira do veículo encontra-se uma unidade de 650 V e 123 kW (MG2), e na parte posterior um modelo de 650 V e 50 kW (MGR). Estes motores podem funcionar de forma independente ou em conjunto com o motor a gasolina V6, estando o sistema Lexus Hybrid Drive® responsável por essa gestão. Os engenheiros responsáveis conseguiram alcançar uma entrega de potência suave e sem esforço proporcionando uma aceleração contínua e progressiva, devido às características deste tipo de motores que têm o binário máximo disponível logo desde as zero rotações. A desaceleração é também suave e regular. Apesar da elevada potência do motor MG2 (2.5 vezes mais que o Toyota Prius) este motor possui as mesmas dimensões do utilizado no Toyota Prius. O segredo deste novo motor eléctrico compacto assenta na ligação com um segundo trem epicicloidal redutor. Mais à frente será explicado pormenorizadamente o funcionamento deste sistema.

Além destes dois motores, o veículo possui um terceiro motor gerador (MG1) que não fornece energia às rodas, mas funciona sim como gerador e como motor de arranque. Os três motores funcionam por intermédio de corrente alterna trifásica e são do tipo síncrono com rotor de ímã permanente. A disposição destes motores nas respectivas caixas, caixa frontal híbrida P310 (MG1 e MG2) e caixa traseira Q211 (MGR), encontra-se representada na seguinte figura. Estas caixas serão descritas com maior detalhe mais à frente. [17-19]



**Figura 30:** Representação da caixa frontal híbrida P310 (à esquerda) e caixa traseira Q211 (à direita) com os respectivos motores geradores. [19]

Na seguinte tabela encontram-se resumidas as características mais importantes destes três motores.

**Tabela 4:** Especificações técnicas dos três motores geradores eléctricos [19].

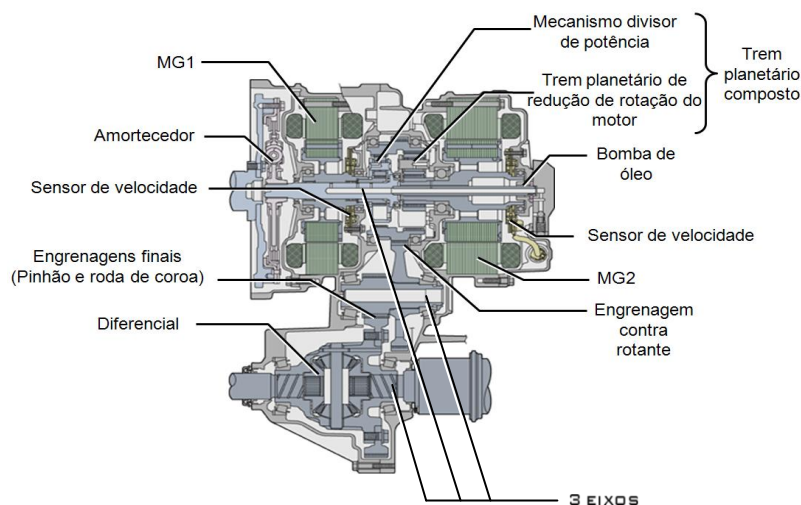
Item	MG1	MG2	MGR
Tipo	Motor ímã permanente	Motor ímã permanente	Motor ímã permanente
Função	Gerador; Motor de arranque	Gerador; Tracção rodas da frente	Gerador; Tracção rodas de trás
Tensão máxima [V]	650 (AC)	650 (AC)	650 (AC)
Potência máxima [kW/rpm]	109 / 13.000	123 / 4.500	50 / 4.610 ~ 5.120
Binário máximo [N.m/rpm]	80 / 0 ~ 13.000	335 / 0 ~ 1.500	130 / 0 ~ 610
Sistema refrigeração	Água	Água	Ar



### 3.3.4 Caixas

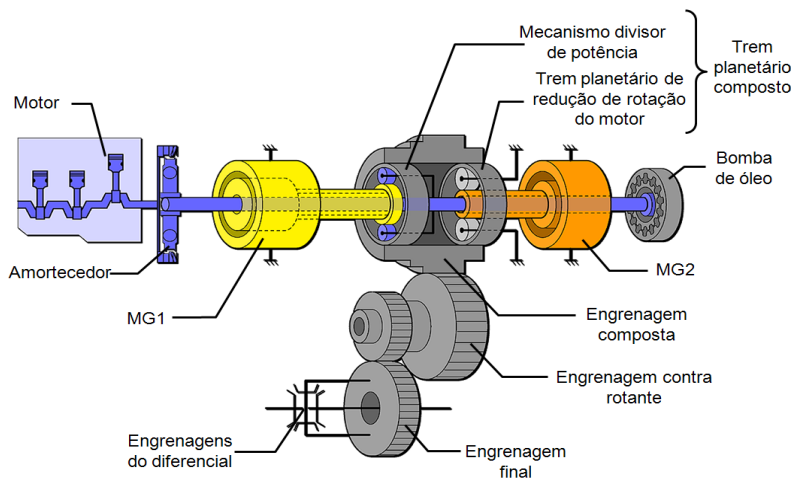
Devido ao facto de possuir tracção às quatro rodas, o veículo Lexus RX 400h possui duas caixas, uma frontal e uma traseira, onde estão inseridos, além de outros componentes, os motores geradores eléctricos.

A unidade de potência da frente é constituída por um motor eléctrico, um gerador, um mecanismo de distribuição de potência e um redutor de rotação. Todos estes dispositivos estão interligados por um trem planetário composto e uma transmissão de variação contínua controlada electronicamente extremamente compacta, como está demonstrado na figura seguinte.



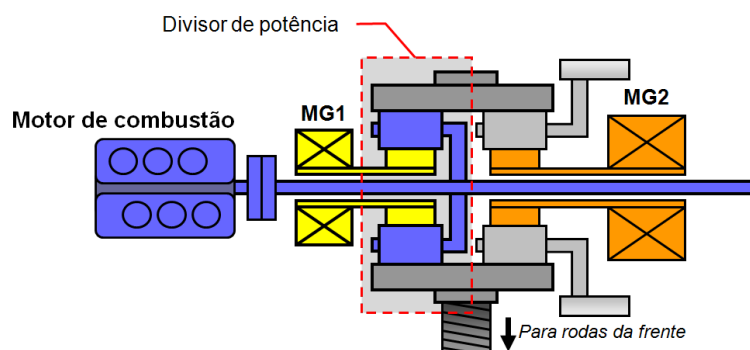
**Figura 31:** Representação da caixa frontal híbrida P310 com referência aos componentes mais importantes. [19]

Com tudo isto, este sistema híbrido proporciona uma elevada potência, um baixo ruído de funcionamento aliada à suavidade assim como ao baixo peso, apenas 118 kg no total, 25 kg a mais do que uma caixa de velocidades automática de cinco velocidades convencional. Como se pode ver pela imagem seguinte, os motores eléctricos MG1, MG2 e o motor de combustão interna encontram-se no mesmo eixo, no entanto, o modo como estes se encontram ligado é feito através de um trem planetário composto, do qual fazem parte um mecanismo divisor de potência e um trem planetário de redução de rotação do motor. [17-19]



**Figura 32:** Vista esquemática dos principais componentes da caixa frontal híbrida P310. [19]

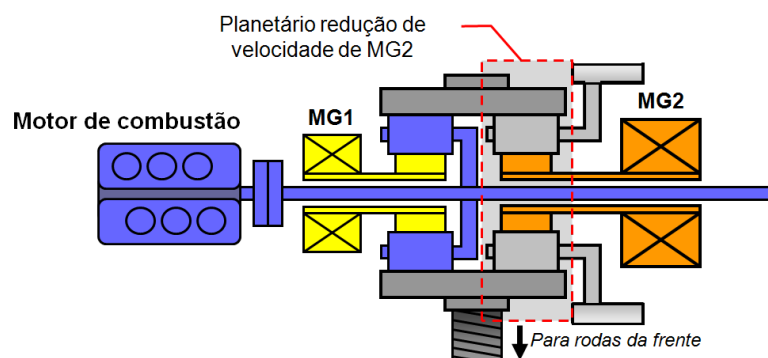
O mecanismo divisor de potência, tal como o próprio nome indica, distribui a potência gerada pelo motor de combustão interna fornecendo-a directamente às rodas, resultando em força motriz, enquanto que a restante é canalizada para o gerador de maneira a que este carregue as baterias ou fornece energia ao motor eléctrico MG2. Este sistema contempla um trem epicicloidal no qual está ligado o gerador no carreto sol, o motor de combustão interna ao porta satélites estando a saída de potência para as rodas (passando pela engrenagem contra-rotante) ligado ao carreto exterior [17-19]. Estas ligações encontram-se representadas na figura seguinte.



**Figura 33:** Representação do trem planetário divisor de potência. [19]

Tal como foi referenciado anteriormente, o motor eléctrico MG2 apresenta uma elevada potência, sendo no entanto bastante compacto, é cerca de 2,5 vezes mais potente do que o motor eléctrico do Toyota Prius, apresentando as mesmas dimensões que este. Tal facto foi conseguido pois a ligação do motor eléctrico é feita com um segundo trem epicicloidal redutor (o que não acontecia com o Toyota Prius). Neste trem planetário de redução da velocidade de MG2, o motor eléctrico encontra-se ligado ao carreto sol, o porta satélites está fixo ao cárter da caixa e o carreto exterior está ligado às rodas (novamente, passando pela engrenagem contra-rotante). Este mecanismo, representado na figura abaixo, permite uma redução da velocidade de rotação de MG2 e um incremento de binário num rácio de 2.478 (333 N.m desde as 0 às 1500 rpm), podendo assim ser utilizado um motor MG2 mais pequeno, caso contrário, com a ausência deste trem planetário seria necessário um motor muito maior para se obter o mesmo nível de desempenho. [17-19]

O funcionamento destes componentes consoante o tipo de condução foi explicado no Capítulo 3.1.



**Figura 34:** Representação do trem planetário de redução da rotação do motor. [19]

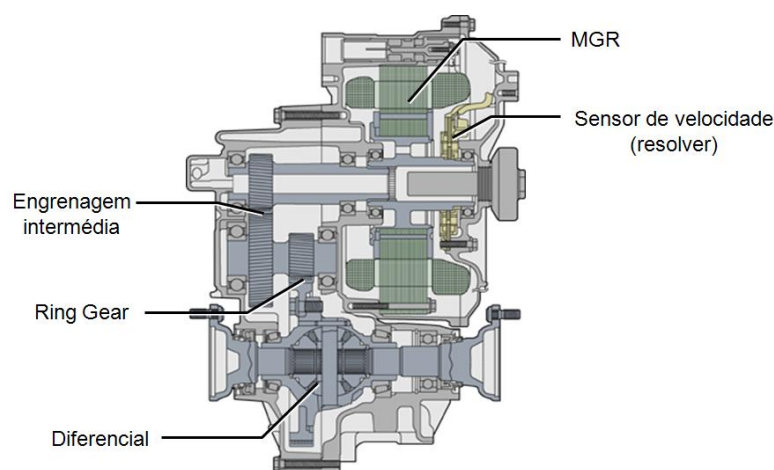


Em conjunto com os sistemas referidos, o Lexus RX400h beneficia de uma transmissão de variação contínua, controlada electricamente apelidada de E-CVT. Esta controla as rotações do motor eléctrico, do gerador e do motor de combustão fazendo variar a relação final consoante as necessidades do condutor. Como resultado, este sistema consegue intervir nos vários componentes independentemente retirando o máximo de eficiência, qualquer que seja a velocidade do veículo. [17-19]



**Figura 35:** Transmissão E-CVT. [17]

A unidade traseira, ilustrada na Figura 36, consiste no segundo motor eléctrico que disponibiliza tracção apenas às rodas traseiras, quando necessário, proporcionando assim a tracção às quatro rodas (Electric 4-wheel Drive). O motor e os restantes componentes referentes ao diferencial foram desenvolvidos para serem o mais compacto possível com o mínimo de ruído. Pesando apenas 40 kg, esta unidade está isenta de embraiagens, válvulas ou mecanismos hidráulicos assegurando a máxima fiabilidade e baixa manutenção. Activado pelo sistema de controlo de gestão integrado, VDIM, esta caixa é totalmente independente daquela presente no eixo dianteiro, não requerendo qualquer veio de transmissão entre os eixos. [17-19]

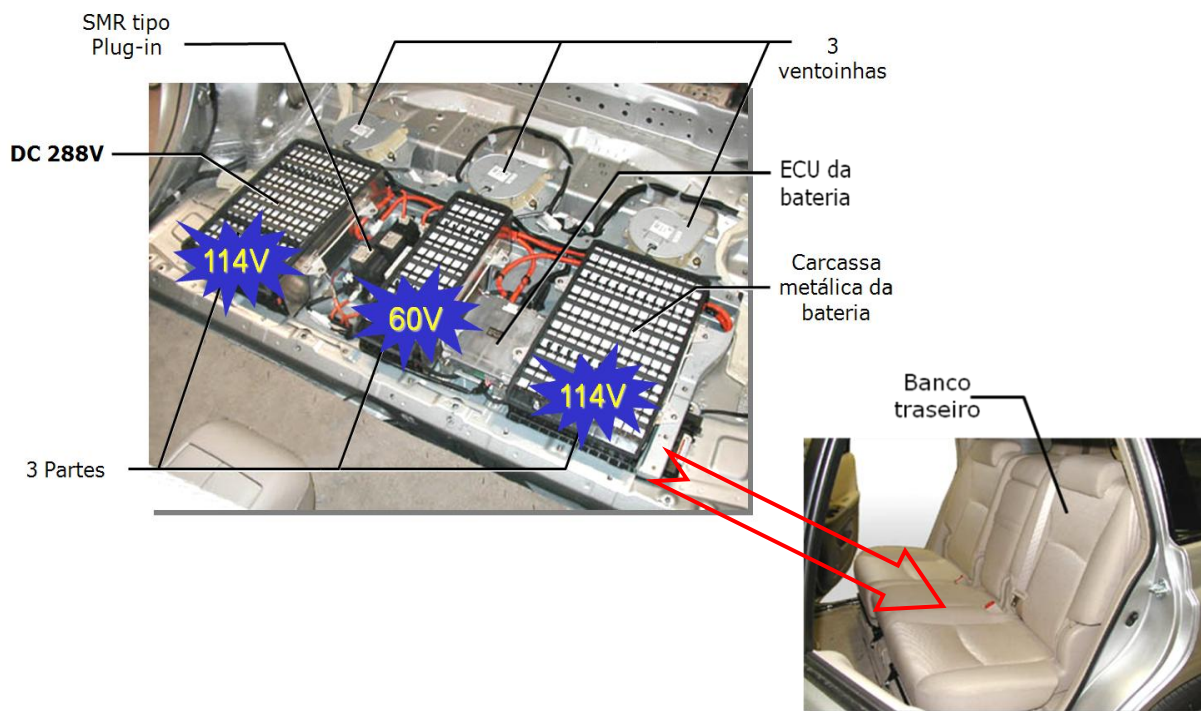


**Figura 36:** Representação da caixa traseira Q211 com referência aos componentes mais importantes. [19]

### 3.3.5 Bateria de alta voltagem

O sistema Lexus Hybrid Drive® está equipado com baterias de hidreto metálico de níquel, ou NiMH, com uma tensão de 288 volts. A bateria de alta voltagem é responsável por fornecer energia aos motores eléctricos MG1, MG2, MGR, ao compressor do ar condicionado e à direcção assistida eléctrica. O veículo possui, também, uma bateria auxiliar igual às que se encontram em todos os carros, e que fornece toda a alimentação de 12 volts para os faróis, rádio e todas as ECU's.

Com cerca de 69 kg, a bateria de alta voltagem é constituída por 240 células, 8 conjuntos de células (1.2 volts cada célula) por cada um dos 30 módulos ligados em série que estão divididos em 3 secções instalados por baixo dos bancos traseiros sem comprometer o espaço a bordo. Cada secção compreende um sistema independente de arrefecimento, tendo sido colocadas três ventoinhas à entrada de cada secção. A carcaça da bateria HV é feita em metal para uma construção compacta e um melhor desempenho no que toca ao arrefecimento [17-19]. A distribuição e localização dos diversos componentes da bateria encontram-se na seguinte figura.



**Figura 37:** Distribuição e localização dos diversos componentes da bateria de alta voltagem. [19]

Esta bateria encontra-se ligada ao sistema de monitorização da unidade de controlo do veículo híbrido (HV-ECU), que monitoriza as condições de carga da bateria, controla o arrefecimento das baterias e detecta se existe algum problema. Em caso de emergência este sistema coloca as baterias e todo o sistema de alta tensão em modo de segurança (*Fail-safe mode*). O estado de carga da bateria é mantido no nível alvo e é dada uma margem de segurança para uma recarga extra via a travagem regenerativa. Quando o nível de carga da bateria baixa, a ECU THS controla o motor de modo a este recarregar a bateria HV. A ECU THS controla, também,

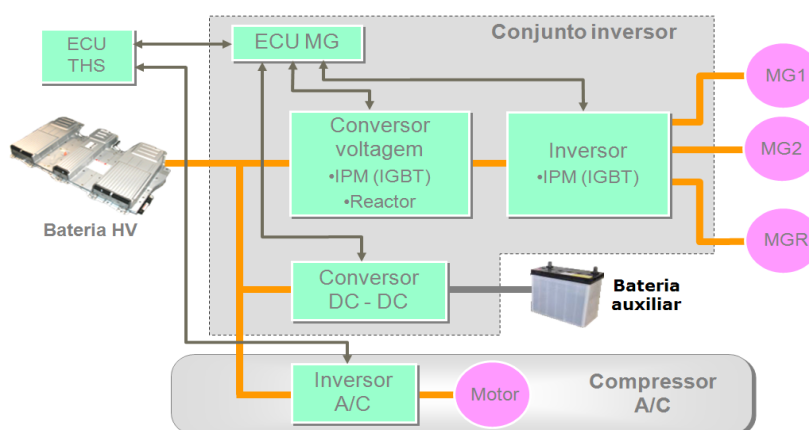
os motores das ventoinhas de arrefecimento. Quando estas estão em funcionamento o ar do habitáculo é aspirado pelas condutas de admissão, arrefecendo a bateria HV, sendo expelido posteriormente para fora do veículo [17-19]. As especificações técnicas da bateria encontram-se discriminadas na seguinte tabela.

**Tabela 5:** Especificações técnicas da bateria de alta voltagem. [19]

Bateria de Alta Voltagem	Características
Fabricante	Panasonic EV
Tipo	Hidreto metálico de níquel (NiMH)
Nº de módulos	30
Voltagem nominal de cada módulo [V]	9,6 (DC)
Voltagem nominal da bateria [V]	288 (DC)
Capacidade nominal da bateria [Ah]	6,5
Potência total [kWh]	1,9
Capacidade da bateria [kW]	45
Peso [kg]	69
Dimensões [cm]	63 x 108 x 18 cm

### 3.3.6 Conjunto inversor

O conjunto inversor do veículo híbrido Lexus, representado no diagrama seguinte, é composto por basicamente quatro componentes: a ECU MG, um conversor de voltagem, um inversor e um conversor DC-DC. Ao contrário do Toyota Prius, o inversor do ar condicionado está integrado no próprio compressor, convertendo os 288V DC da bateria HV em 288V AC para ser alimentado o compressor.



**Figura 38:** Esquema representativo do conjunto inversor. [19]

A unidade de controlo electrónico, a ECU MG, é responsável por controlar o conversor de voltagem, o inversor e o conversor DC-DC, de acordo com os sinais que recebe da ECU THS. Esta última envia várias informações como a força motriz requerida, as temperaturas dos motores eléctricos, etc., e com base nestes sinais, a ECU MG controla os referidos componentes, enviando de volta para a ECU THS informações sobre a amperagem de saída do inversor, a temperatura do mesmo e se existem ou não falhas, entre outras.

O conversor de voltagem existente neste conjunto é um sistema de voltagem variável encarregue de converter a voltagem DC 288V proveniente da bateria para DC 650V caso os motores necessitem de energia, ou vice-versa, converte a voltagem DC 650V proveniente dos motores para DC 288V que vai carregar a bateria. O conversor de voltagem utiliza transístores IGBT (*“Insulated Gate Bipolar Transistor”* = componente semiconductor) e um reactor para incrementar a voltagem. Estes componentes conseguem uma alta eficiência com baixa geração de calor.

Como os motores eléctricos funcionam com corrente alterna, este conjunto engloba um inversor que converte a corrente DC proveniente do conversor para corrente AC de maneira a poder ser utilizada pelos motores. Caso contrário, se os motores estiverem a gerar energia, o inversor converte a corrente AC proveniente dos mesmos para corrente DC. [18,19]

O funcionamento destes componentes consoante os motores eléctricos necessitem ou não de energia encontra-se ilustrado na seguinte figura.

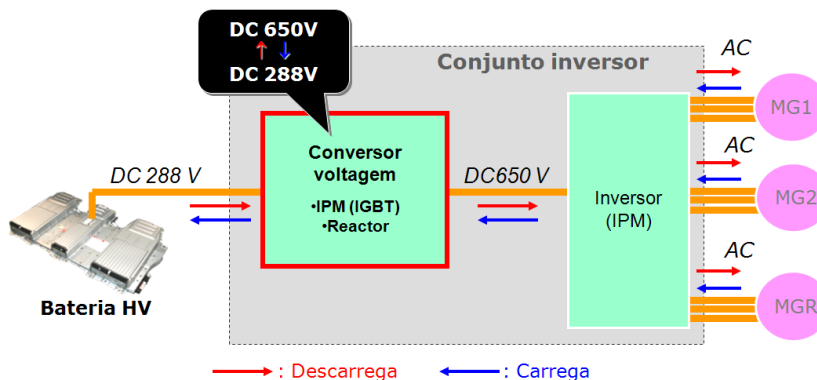


Figura 39: Funcionamento do conjunto inversor. [19]

Por fim, o conversor DC-DC é responsável por converter a corrente contínua proveniente da bateria HV de 288V para 12V para carregar a bateria auxiliar [18,19]. Este processo passa por diferentes etapas como se demonstra no diagrama abaixo.

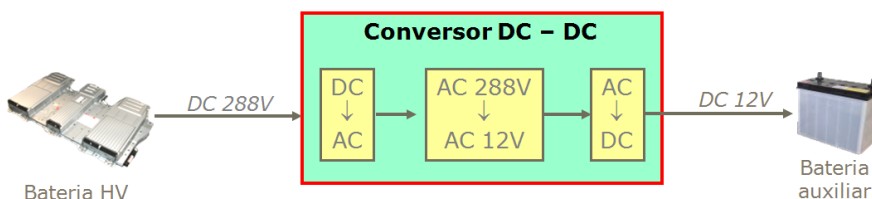


Figura 40: Funcionamento do conversor DC-DC. [19]

### 3.3.7 Desempenho

Na seguinte tabela encontram-se as características mais importantes em termos de desempenho a ter em conta. Alguns destes valores serão comparados mais à frente quer com os resultados obtidos, quer com os valores de outros veículos.

**Tabela 6:** Valores de desempenho do veículo. [17]

Desempenho	Características
Combustível	Gasolina
Consumo combinado [l/100km]	8,1
Consumo urbano [l/100km]	9,1
Consumo extra-urbano [l/100km]	7,6
Aceleração 0-100 km/h [s]	7,6
Velocidade máxima [km/h]	200
Potência máxima [cv]	272
Peso bruto [kg]	2505
Norma Europeia	EURO IV
Emissões CO <sub>2</sub> ciclo combinado [g/km]	192
Emissões CO <sub>2</sub> ciclo urbano [g/km]	215
Emissões CO <sub>2</sub> ciclo extra-urbano [g/km]	182
Emissões de monóxido de carbono [g/km]	0,30
Emissões de hidrocarbonetos [g/km]	0,03
Emissões de NOx [g/km]	~ 0,00

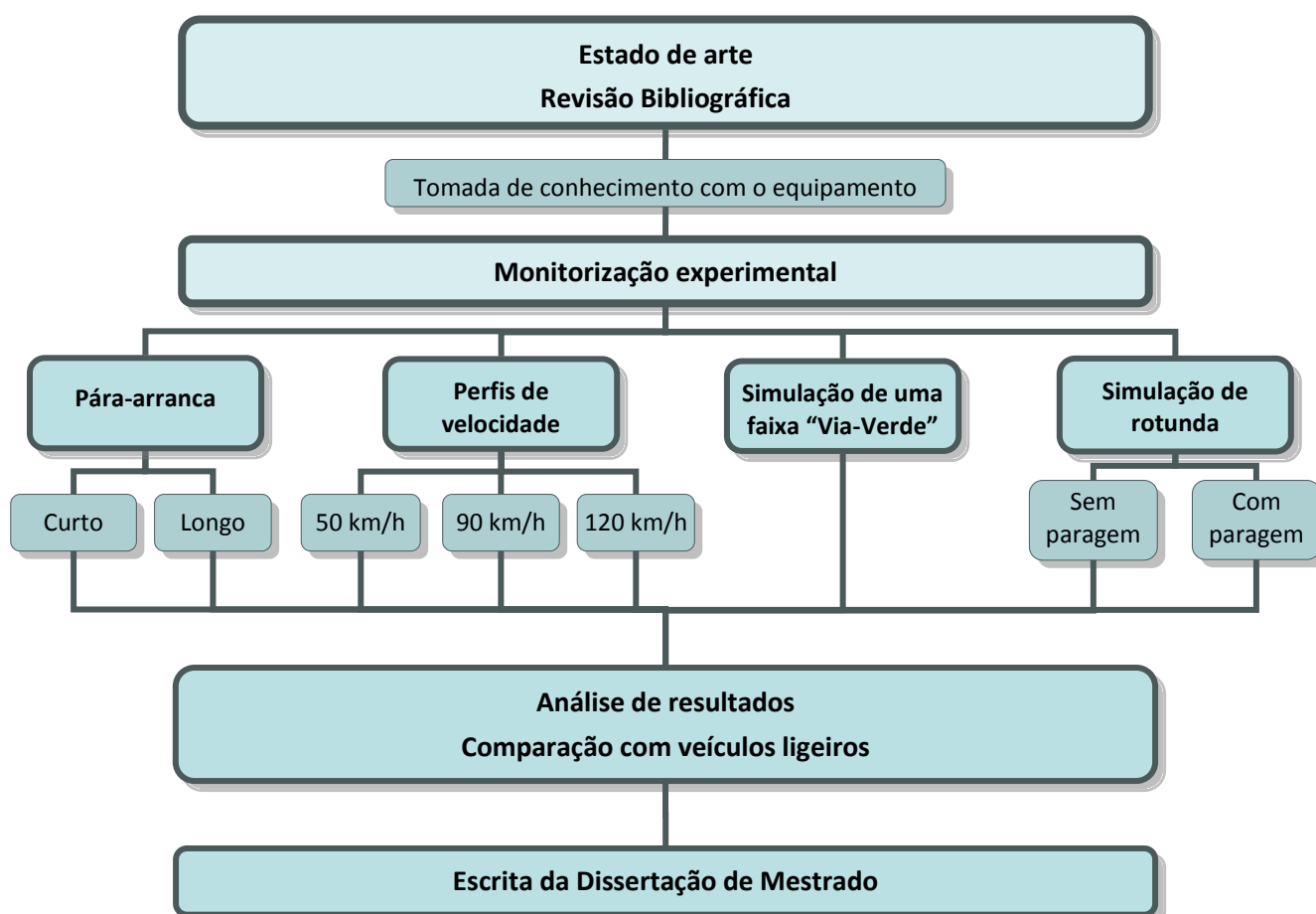
## 4 Metodologia

A metodologia seguida neste trabalho irá ser explicada nesta secção com recurso ao fluxograma que segue abaixo, bem como a descrição do sistema utilizado para o diagnóstico a bordo do veículo, e a caracterização de todos os ensaios e respectivas condições e veículos.

Na primeira fase deste trabalho, foi feita a análise do estado de arte do tema em questão, ou seja, foi feita a revisão bibliográfica sobre o panorama histórico e actual energético, tendo em conta as preocupações ambientais, com ênfase no sector dos transportes. Foi, também, referido e explicado tudo o que se relaciona com a tecnologia de propulsão híbrida com especial foco no sistema híbrido e respectivos componentes do veículo utilizado na realização dos ensaios.

Posteriormente, na segunda fase, os testes e medições experimentais foram realizados tendo em conta diversas situações frequentes de trânsito e diversos perfis de condução.

Os resultados obtidos na fase anterior são demonstrados na terceira fase deste trabalho, com referência para o consumo de gasolina e o comportamento esperado pelo veículo nas diferentes situações de teste. Analisou-se a influência de uma faixa “Via-Verde” comparativamente a uma portagem convencional em termos de consumo, bem como a avaliação do compromisso entre tempo e combustível. Finalmente, o veículo foi comparado com o Toyota Prius no que toca ao funcionamento do sistema híbrido e com veículos concorrentes no que toca aos seus consumos.



A calendarização seguida neste trabalho foi a seguinte.

**Tabela 7:** Calendarização do trabalho.

2009					
Tarefa	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho
Estado de arte / Revisão bibliográfica					
Caracterização veículo híbrido Lexus					
Monitorização experimental					
Análise de resultados					
Comparação com veículos ligeiros					
Escrita da Dissertação de Mestrado					

#### 4.1 Sistema OBD

Actualmente, os veículos só são testados relativamente às emissões nas inspecções periódicas obrigatórias, não existindo qualquer indicação para o utilizador sobre o nível de emissões dos gases de escape. No entanto, devem possuir modos de avaliação e monitorização do bom funcionamento do motor bem como dos restantes componentes e sistemas. Surge então o sistema de diagnóstico a bordo (OBD – “*On-board diagnostics*”) que analisa constantemente vários sensores verificando se a informação obtida por estes está dentro dos padrões normais de funcionamento. Caso surja uma anomalia, este sistema guarda todas as informações recolhidas nesse mesmo instante, de modo a serem analisadas e avaliadas posteriormente. [27]

Na realização deste trabalho foi utilizado o aparelho Intelligent Tester II, especializado para veículos Toyota e Lexus. Este aparelho foi desenhado para ler directamente todos os valores e informações recebidos pelo sistema OBD. É capaz de detectar automaticamente a ligação com o veículo, identificando qual é o tipo de veículo e quais os parâmetros disponíveis, permite a leitura em tempo real desses mesmos parâmetros (“data list”), realiza o diagnóstico dos problemas por códigos (DTC), activa relés e solenóides (“active test”), possibilita a reprogramação das unidades de controlo electrónico (ECU). Além disso, permite gravar em tempo real, até um máximo de 5 minutos, as informações recolhidas pelos sensores pretendidos, fornecendo assim todos os valores pretendidos na execução dos ensaios deste trabalho. O aparelho possui três módulos de análise, sendo possível observar o desempenho do motor de combustão, tudo o que se refere ao sistema híbrido ou então os parâmetros relacionados com a bateria de alta voltagem. Com todas estas funcionalidades possibilita ao utilizador um fácil manuseamento do aparelho. Na realização de cada um dos ensaios, foram feitas gravações de 5 minutos de uma lista de parâmetros pré-definida do módulo do sistema híbrido do veículo. Os parâmetros escolhidos para análise foram: rotações do motor de combustão; velocidade do veículo; carga do acelerador; rotações do



gerador MG1; binário do gerador MG1; rotações do motor MG2; binário do motor MG2; rotações do motor traseiro MGR; binário do motor traseiro MGR; binário da travagem regenerativa; voltagem da corrente; intensidade da corrente; estado de carga da bateria; temperatura ambiente; e condição de condução que indica o estado em que o motor de combustão se encontra (se está parado, a ser desligado, a ser ligado, em funcionamento, ao ralenti, em geração ou em consumo). Na seguinte figura encontra-se o referido aparelho ligado ao veículo em testes. Esta ligação é feita através de uma ficha DLC3, que possui 16 terminais responsáveis pela transmissão de dados do automóvel para o aparelho [28]. De referir ainda que a velocidade real registada pelo aparelho é diferente da velocidade marcada no velocímetro do veículo, resultante do erro deste último.



**Figura 41:** Aparelho de medições Intelligent Tester II ligado ao veículo.

Na Tabela 8 encontram-se as principais características técnicas a ter em conta do equipamento utilizado neste trabalho.



**Tabela 8:** Características técnicas do aparelho Intelligent Tester II. [28]

Designação	Referências
Dimensões [mm]	145 x 223 x 71
Peso [g]	1.200
Tensão de alimentação [V]	10 – 32 (DC)
Consumo de energia [W]	Normalmente: 5,5 (12V DC) Em carga: 8,5 (12V DC)
CPU	Hitachi SH7727 128 MHz
RAM [MB]	32
Comunicação com o veículo	CAN (1 Canal fast CAN)
	ISO 9141 (1 Canal 12V standard)
Comunicação com o computador	Leitura de cartões (CF tipo I e tipo II)
	Porta USB (1 Canal)
	Porta série (1 Canal RS 232C)
Bateria auxiliar	Lítio 7,4V 1.000mA
Tempo de carga [h]	5

A leitura dos ficheiros pode ser feita através do próprio aparelho (pela função “*snapshot review*”) ou então esses ficheiros podem ser descarregados para um computador por uma porta USB e serem analisados através do software Intelligent Viewer. Este software permite a leitura e comparação de vários parâmetros simultaneamente com recurso a gráficos, tabelas ou animações.

Para a análise do consumo instantâneo do veículo, o aparelho Intelligent Tester II foi complementado com o auxílio de uma câmara de filmar digital montada num tripé no banco traseiro e apontada ao monitor de energia do veículo onde o computador de bordo indica o consumo instantâneo do mesmo. Esses valores foram posteriormente extraídos através da visualização dos vídeos. A seguinte figura mostra a câmara de filmar montada no veículo e a Figura 43 mostra o monitor de energia do mesmo.



**Figura 42:** Câmera de filmar montada no veículo.



**Figura 43:** Monitor do consumo do veículo.

## 4.2 Ensaios

Na análise experimental desta Dissertação, foram realizados vários ensaios para simular experimentalmente diferentes situações frequentes de trânsito, de forma a analisar o comportamento do veículo no que toca aos consumos e aos diferentes parâmetros do sistema híbrido. Foram simuladas situações de zona urbana e de auto-estrada, nomeadamente pára-arranca, condução em rotundas, perfis de velocidade de 50 km/h, 90 km/h e 120 km/h e a simulação da passagem por uma faixa de Via Verde, cumprindo os limites de velocidade impostos (120 km/h – 60 km/h – 120 km/h).

Em relação à situação de pára-arranca, foram simuladas duas situações, o pára-arranca curto e o pára-arranca longo, situações cada vez mais comuns nos centros urbanos. Os variados parâmetros tidos em conta neste tipo de ensaios encontram-se na tabela seguinte, e foram fundamentados em estudos já realizados sobre este assunto.

**Tabela 9:** Parâmetros a ter em conta com base nos estudos realizados. [29-32]

Parâmetros	Pára-arranca curto	Pára-arranca longo
Velocidade máxima [km/h]	5,4	8,6
Distância de aceleração [m]	1,2	4,5
Distância a velocidade cruzeiro [m]	2,6	5,3
Distância de desaceleração [m]	1,2	4,5
Tempo de aceleração [s]	1,5	3,8
Tempo a velocidade cruzeiro [s]	1,7	2,3
Tempo de desaceleração [s]	1,6	3,8
Tempo de paragem [s]	6,8	9,7

Na seguinte imagem encontram-se os testes de pára-arranca efectuados com a ajuda de cones indicando as distâncias de aceleração, de velocidade constante e de travagem.



**Figura 44:** Ensaios de pára-arranca.

Em relação aos perfis de velocidade estes foram realizados para diferentes tipos de condução: suave, intermédia e agressiva, com cargas no acelerador de 25%, 60% e 100%, respectivamente. Após a fase de aceleração, o veículo foi mantido à velocidade constante durante 20 segundos. Posteriormente, o veículo foi sujeito a uma travagem, de intensidade correspondente ao tipo de condução, até se imobilizar. Estas três etapas do teste serviram para analisar o comportamento do veículo em termos de consumos, tanto de gasolina como de electricidade. A Figura 45 mostra o local de realização destes ensaios.

No que toca à simulação da passagem por uma faixa de Via Verde, os testes foram efectuados para os três tipos de condução referenciados anteriormente, com as respectivas cargas no acelerador, no entanto, no tipo de condução suave a carga do acelerador foi de 30% por imposição do limitado espaço de testes e por ser um valor mais aceitável de aceleração suave para o tipo de ensaio. Inicialmente, o veículo foi mantido a uma velocidade constante de 120 km/h, sendo, de seguida, desacelerado, com uma intensidade de travagem de acordo com o tipo de condução, até a uma velocidade de 60 km/h (velocidade limite de circulação nas faixas de Via



Verde), mantendo esta velocidade durante 10 segundos. Por fim, foi acelerado, novamente, até aos 120 km/h com a respectiva carga no acelerador. Devido a este tipo de perfil de velocidade os ensaios foram realizados na base aérea militar de S. Jacinto, representada na Figura 46.



**Figura 45:** Local de realização dos ensaios dos perfis de velocidade.



**Figura 46:** Base aérea militar de S. Jacinto.

Por fim, na simulação de circulação em rotundas, foram realizados dois tipos de situação frequentes, a circulação com paragem e a circulação sem paragem na rotunda. Os ensaios consistiam em abordar a rotunda a uma velocidade de 50 km/h, reduzir a velocidade e circundá-la a uma velocidade constante de 25 km/h, acelerando posteriormente até aos 50 km/h. No segundo tipo de ensaios, a rotunda foi abordada de igual maneira mas foi efectuada uma paragem de cerca de 10 segundos antes de entrar na rotunda, arrancando, posteriormente, até atingir os 25 km/h, e após contornar a rotunda acelerar novamente até aos 50 km/h. Tal como anteriormente, esta simulação foi feita tendo como base parâmetros de estudos já realizados. Esses parâmetros encontram-se representados na tabela seguinte e a Figura 47 mostra o local onde os ensaios foram realizados.

**Tabela 10:** Parâmetros tidos em conta na circulação de uma rotunda com e sem paragem. [29]

Parâmetros	Circulação sem paragem	Circulação com paragem
Tempo de desaceleração 50 – 25 km/h [s]	7,7	N/A
Tempo de desaceleração 50 – 0 km/h [s]	N/A	10,0
Tempo de paragem [s]	N/A	10,0
Tempo de aceleração 0 – 25 km/h [s]	N/A	5,0
Tempo de aceleração 25 – 50 km/h [s]	9,6	9,6



**Figura 47:** Rotunda utilizada nos ensaios.

Na Tabela 11 encontram-se representados todos os ensaios realizados, com o respectivo local, dia, hora e número de ensaios.

**Tabela 11:** Caracterização dos ensaios realizados.

Designação do Ensaio	Tipo de Condução	Local	Dias	Hora de início	N.º de Ensaios
<b>Pára-arranca</b>	Curto	Ovar – Zona Residencial	10/02/2009	16h00	25
	Longo	Ovar – Zona Residencial	11/02/2009	16h00	25
<b>50 km/h</b>	Suave	Ovar – Zona Residencial	12/02/2009	16h00	25
	Intermédia	Ovar – Zona Residencial	13/02/2009	11h00	25
	Agressiva	Ovar – Zona Residencial	13/02/2009	14h00	25
<b>90 km/h</b>	Suave	Ovar – Recta da Murtosa (N109)	01/04/2009	10h30	20
	Intermédia	Ovar – Recta da Murtosa (N109)	02/04/2009	10h00	20
	Agressiva	Ovar – Recta da Murtosa (N109)	02/04/2009	13h00	20
<b>120 km/h</b>	Suave	Ovar – Recta da Murtosa (N109)	02/04/2009	16h00	20
	Intermédia	Ovar – Recta da Murtosa (N109)	13/05/2009	16h30	20
	Agressiva	Ovar – Recta da Murtosa (N109)	02/04/2009	18h30	20
<b>“Via-Verde”</b>	Suave	S. Jacinto – Base Militar	01/04/2009	17h00	20
	Intermédia	S. Jacinto – Base Militar	31/03/2009	17h00	20
	Agressiva	S. Jacinto – Base Militar	31/03/2009	18h30	20
<b>Rotunda</b>	Sem Paragem	Ovar – Rotunda da recta da Murtosa (N109)	14/05/2009	11h00	20
	Com Paragem	Ovar – Rotunda da recta da Murtosa (N109)	14/05/2009	15h30	20



#### 4.2.1 Condições de Ensaios

Qualquer medição experimental envolve muitas variáveis que podem induzir em erros e a resultados não coerentes e não esperados. De maneira a reduzir ao máximo esta situação, um conjunto de condições e restrições foram aplicadas a todos os ensaios, de maneira a tornar possível a comparação entre eles.

Primeiramente, todos os ensaios foram realizados em locais planos, logo, com inclinação desprezável e asfaltados. As condições meteorológicas eram de céu limpo e pouco ou nenhum vento, eliminando a eventual possibilidade de humidade no piso e de influência do vento na condução. A temperatura ambiente rondava os 18°C em todos os ensaios.

No que toca ao veículo, a pressão dos pneus esteve sempre no valor ideal indicado pela marca. O depósito de gasolina estava cheio no início da realização de todos os ensaios. Os ensaios foram realizados com as janelas fechadas, ar condicionado, ventilação e rádio desligados, para evitar interferências na aerodinâmica e nos valores registados do consumo. O nível de carga da bateria esteve sempre dentro dos valores de funcionamento normal. O veículo estava devidamente assinalado com sinais de aviso afixados no seu exterior em como estava a realizar testes, como se pode comprovar pela imagem seguinte.



Figura 48: Sinais de aviso afixados no veículo.

Em relação ao número de passageiros, os ensaios foram realizados com 2 ocupantes com uma média de 75 kg cada um.

Por fim, o veículo transportava no seu interior o aparelho de medições OBD Intelligent Tester II, um tripé com uma máquina de filmar e um portátil.



#### 4.2.2 Veículos Utilizados

Tal como foi referido anteriormente, o veículo híbrido em análise neste trabalho foi o Lexus RX 400h. Como se trata de um veículo de luxo, e pouco comum em Portugal, não foi possível realizar todos os ensaios com o mesmo veículo, pois os veículos cedidos gentilmente pela Lexus foram sendo vendidos. No entanto, os veículos eram exactamente iguais entre si, tanto a nível mecânico, como a nível de equipamento, fazendo com que os pesos dos mesmos fossem iguais. Como os veículos eram praticamente novos, como se pode ver pelo número de quilómetros dos mesmos, o desgaste que estes poderiam eventualmente ter era praticamente nulo. Na tabela seguinte encontram-se representados os diversos veículos utilizados nos testes, bem como o número de quilómetros efectuado com cada um deles.

**Tabela 12:** Descrição dos veículos utilizados com referência aos ensaios efectuados.

Matrícula	Cor	Km's Iniciais	Ensaios efectuados
77-EC-28	Azul	24.870	Primeiro contacto com o veículo e com o equipamento
11-FG-29	Azul	21.321	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pára-arranca Curto</li> <li>• Pára-arranca Longo</li> <li>• Perfil 0-50-0 suave</li> <li>• Perfil 0-50-0 intermédio</li> <li>• Perfil 0-50-0 brusco</li> </ul>
79-HI-87	Cinza	1.846	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perfil 0-90-0 suave</li> <li>• Perfil 0-90-0 intermédio</li> <li>• Perfil 0-90-0 brusco</li> <li>• Perfil 0-120-0 suave</li> <li>• Perfil 0-120-0 brusco</li> <li>• Perfil 120-60-120 suave</li> <li>• Perfil 120-60-120 intermédio</li> <li>• Perfil 120-60-120 brusco</li> </ul>
79-HI-87	Cinza	5.460	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perfil 0-120-0 intermédio</li> <li>• Rotunda com paragem</li> <li>• Rotunda sem paragem</li> </ul>

## 5 Resultados e Discussão

Os resultados obtidos durante toda a fase experimental serão apresentados nesta secção, bem como, a discussão dos mesmos. Serão abordadas as diversas situações explicadas na secção anterior, tendo em conta os diferentes tipos de condução.

Pretende-se analisar o comportamento do veículo quer em termos de consumo de gasolina, quer em termos de funcionamento do seu sistema híbrido, nomeadamente a variação do estado de carga da bateria, para todas as situações em análise, durante as diversas etapas dos ensaios: fase de aceleração, fase de velocidade constante e fase de desaceleração. De realçar que os valores referentes à variação do estado de carga da bateria são negativos quando esta se descarrega e positivos quando se recarrega. Em relação aos valores dos binários dos motores eléctricos MG2 e MGR, estes são positivos quando estão a trabalhar como motores, ou seja, estão a fornecer força motriz às rodas, e são negativos quando actuam como geradores recarregando as baterias.

Os resultados mais detalhados com os respectivos valores de erro de todos os ensaios realizados encontram-se em anexo.

### 5.1 Pára-arranca

A situação de pára-arranca torna-se cada vez mais comum nos centros urbanos hoje em dia. Devido ao aumento de tráfego, ou devido à sinalização, ou outros factores, os condutores são cada vez mais obrigados a parar o veículo com mais frequência, principalmente nos centros das cidades mais congestionadas. Isto faz com que o veículo aumente drasticamente o consumo de gasolina pois tem que arrancar de uma situação estática, constantemente. Para analisar o comportamento do veículo perante uma situação destas, foram simulados dois tipos de pára-arranca: curto e longo; cujos diversos parâmetros base foram referenciados anteriormente.

Os perfis de velocidade do pára-arranca curto e do pára-arranca longo encontram-se representados na Figura 49 e na Figura 50, respectivamente.

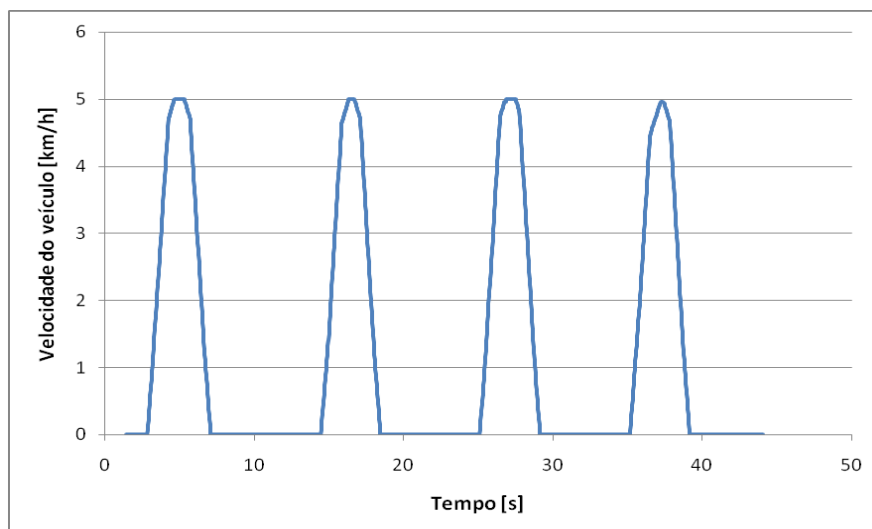


Figura 49: Perfil de velocidade do veículo na realização do pára-arranca curto.

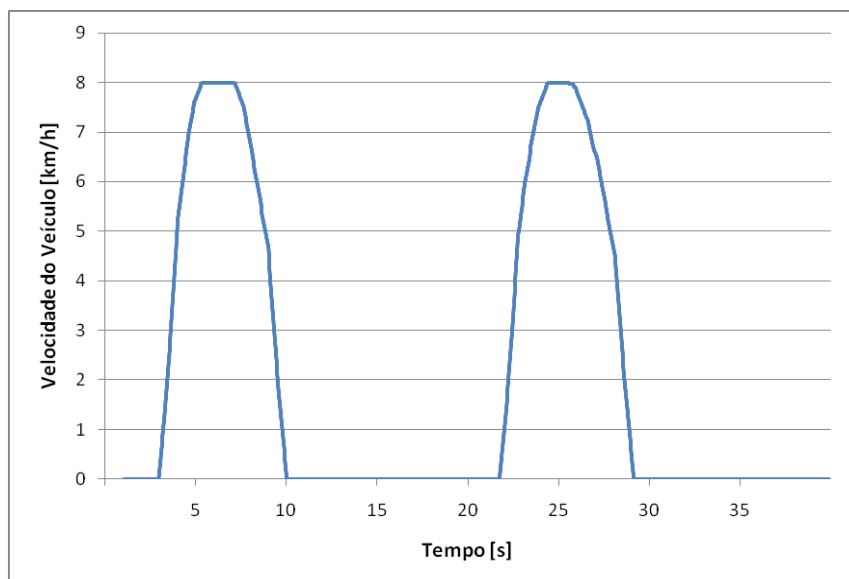


Figura 50: Perfil de velocidade do pára-arranca longo.

Em relação aos restantes parâmetros relacionados com o sistema híbrido, obtidos com a ajuda do equipamento Intelligent Viewer II encontram-se descritos na seguinte tabela. Estes resultados referem-se a um pára-arranca efectuado.

Tabela 13: Resultados obtidos para o pára-arranca curto e pára-arranca longo.

Parâmetros	Pára-arranca Curto	Pára-arranca Longo
Velocidade máxima [km/h]	$5,08 \pm 0,09$	$7,92 \pm 0,09$
Carga de aceleração máxima [%]	$12,44 \pm 0,71$	$13,48 \pm 0,48$
Consumo médio de gasolina [l/100 km]	$0,00 \pm 0,00$	$0,00 \pm 0,00$
Variação média do estado de carga da bateria [%]	$-0,17 \pm 0,02$	$-0,32 \pm 0,03$
Variação média da carga da bateria [kWh]	$-0,32 \pm 0,04$	$-0,61 \pm 0,06$
Binário Máximo MG2 [N.m]	$87,63 \pm 2,55$	$94,34 \pm 4,04$
Binário Máximo MGR [N.m]	$42,86 \pm 1,27$	$46,71 \pm 2,05$
Binário Máximo Travagem Regenerativa [N.m]	$0,00 \pm 0,00$	$0,00 \pm 0,00$
Intensidade de corrente máxima [A]	$15,92 \pm 0,94$	$21,92 \pm 0,64$

De registar que o motor de combustão do veículo não chegou a trabalhar em qualquer dos ensaios em condições normais. Só entrava em funcionamento quando a carga das baterias se encontrava abaixo do nível mínimo, mas após estas estarem novamente carregadas o motor era automaticamente desligado. Como os ensaios foram todos realizados com a carga da bateria dentro dos valores normais, o consumo de gasolina foi nulo.

Em relação aos valores dos diversos parâmetros obtidos, e após a análise dos mesmos, existem algumas diferenças entre os dois tipos de pára-arranca a ter em conta. A começar pela carga de aceleração máxima, esta vai ser ligeiramente maior, à volta de 8,4%, no pára-arranca longo pois é neste último que a velocidade máxima atingida é maior. Isto acontece porque a distância de aceleração do pára-arranca longo é superior.

Os binários dos motores eléctricos são influenciados pelo facto anterior, pois no pára-arranca longo, como este necessitou de uma maior força motriz para se deslocar, os binários dos dois motores foram maiores em cerca de 7,7% (para MG2) e 9% (para MGR) quando comparados com os valores do pára-arranca curto.

Igualmente por este motivo, a variação do estado de carga da bateria vai ser maior no pára-arranca longo. Como o motor de combustão não entra em funcionamento, a energia necessária para fazer mover o veículo provem toda dos módulos da bateria e como, quer a distância a percorrer, quer os binários dos motores foram maiores, a bateria teve de despende mais energia, fazendo com que o seu estado de carga sofra uma variação 88% maior comparativamente ao pára-arranca curto.

Os valores de tensão de corrente máxima são praticamente iguais, no entanto a intensidade de corrente é maior no caso do pára-arranca longo, perto de 38%, pois este necessitou de um maior binário por parte dos motores eléctricos para atingir a maior velocidade de cruzeiro.

A travagem regenerativa não chegou a actuar em nenhum dos ensaios realizados pois a velocidade atingida pelo veículo não foi suficientemente elevada para que fosse possível regenerar energia.

Por fim, de realçar que o valor de velocidade máxima de cada um dos testes encontra-se perto dos valores referenciados na Tabela 9 e que os valores dos erros são baixos (<13,4%), fazendo com que os resultados obtidos sejam favoráveis.

## 5.2 Perfil de Velocidade 50 km/h

Na avaliação dos diversos perfis de velocidade, além dos parâmetros obtidos pelo sistema de diagnóstico a bordo, foram, também, registados os consumos instantâneos do veículo, durante a fase de aceleração, constante e durante a fase de travagem. No seguinte gráfico demonstra-se os diferentes tipos de condução aqui aplicados, com as respectivas cargas de aceleração. Em todos os perfis de velocidade analisados, durante a fase de travagem o motor era sempre desligado fazendo com que os consumos fossem nulos.

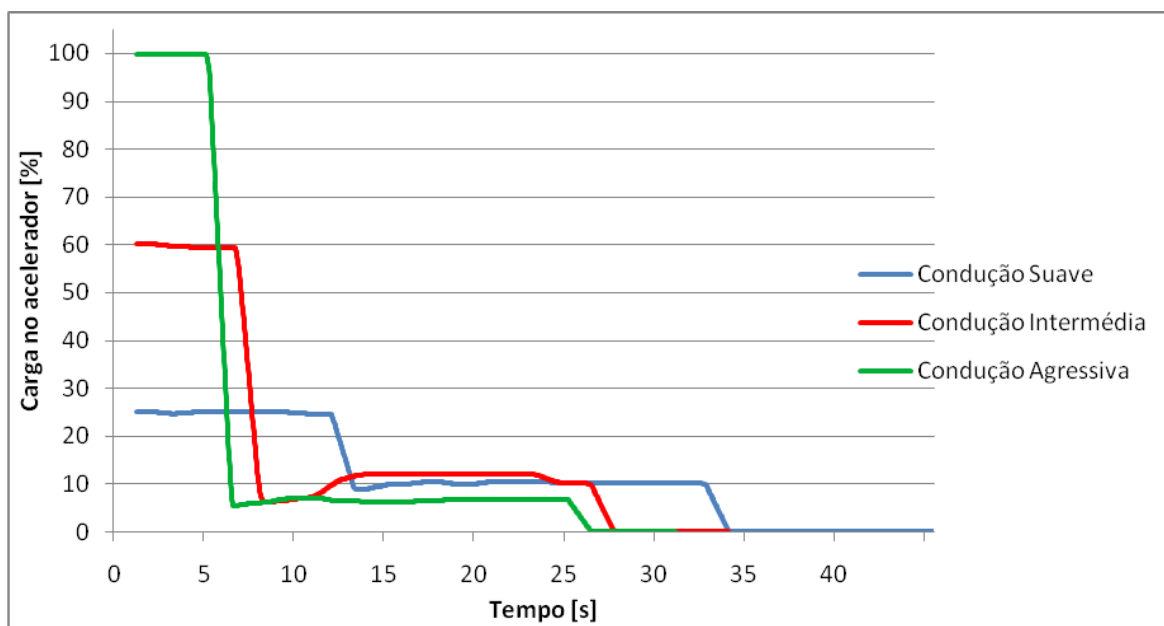


Figura 51: Carga no acelerador do perfil de velocidade 50 km/h para os diferentes tipos de condução.

O perfil de velocidade para cada um dos tipos de condução encontra-se no gráfico abaixo.

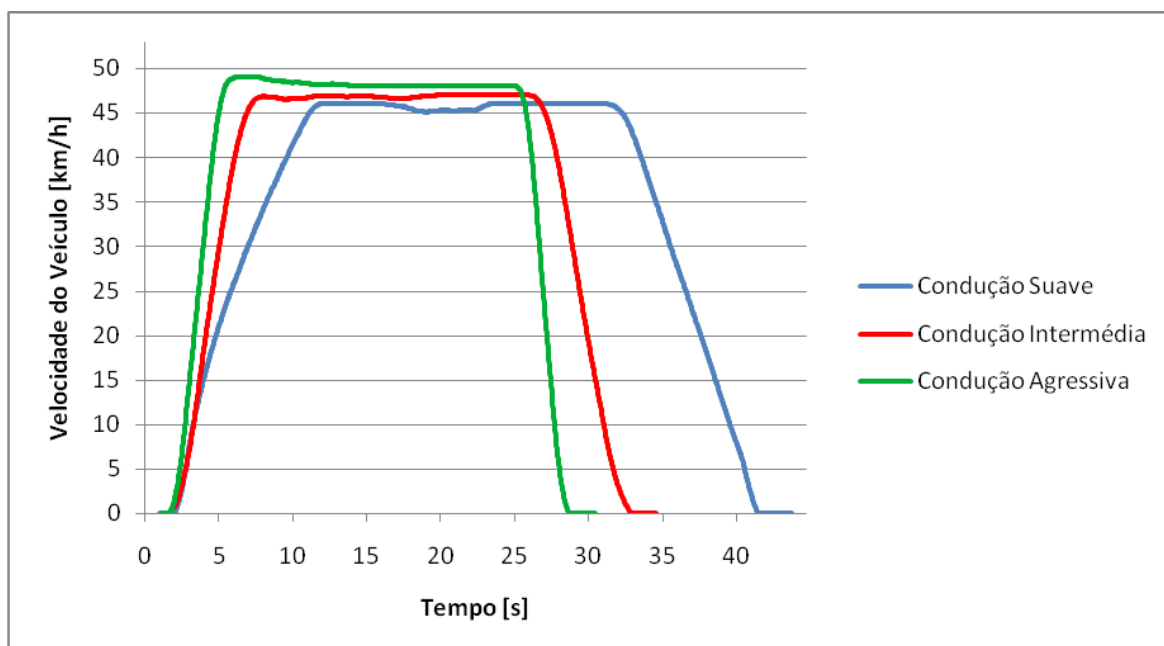


Figura 52: Perfil de velocidade 50 km/h com os diferentes tipos de condução.

Pela análise dos gráficos anteriores, facilmente se nota a influência que o tipo de condução vai ter na aceleração do veículo, e no tempo que este demora até atingir a velocidade necessária.

Os restantes valores registados pelo sistema de diagnóstico a bordo estão representados na seguinte tabela.

**Tabela 14:** Resultados obtidos para o perfil de velocidade 50 km/h para os diferentes tipos de condução.

Designação	Fase do ensaio	Suave	Intermédia	Agressiva
Velocidade do veículo [km/h]	Constante	45,37 ± 0,01	47,68 ± 0,02	48,42 ± 0,03
Média da carga no acelerador [%]	Aceleração	24,79 ± 0,02	58,33 ± 0,03	99,29 ± 0,08
	Constante	9,09 ± 0,02	9,26 ± 0,05	9,26 ± 0,09
Consumo médio de gasolina [l/100 km]	Aceleração	36,05 ± 0,90	76,08 ± 2,03	88,46 ± 2,62
	Constante	1,28 ± 0,23	4,26 ± 0,27	7,84 ± 0,35
	Travagem	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Variação média do estado de carga da bateria [%]	Aceleração	-0,16 ± 0,08	-0,38 ± 0,05	-1,15 ± 0,04
	Constante	-1,33 ± 0,16	-1,60 ± 0,17	-0,94 ± 0,19
	Travagem	1,27 ± 0,09	0,79 ± 0,07	0,43 ± 0,07
Variação média da carga da bateria [kWh]	Aceleração	-0,30 ± 0,15	-0,71 ± 0,09	-2,15 ± 0,07
	Constante	-2,49 ± 0,30	-3,00 ± 0,31	-1,76 ± 0,35
	Travagem	2,38 ± 0,17	1,48 ± 0,13	0,80 ± 0,12
Média Binário MG2 [N.m]	Aceleração	81,69 ± 0,69	233,18 ± 0,95	314,33 ± 0,64
	Constante	15,60 ± 0,11	20,33 ± 0,20	13,58 ± 0,41
Binário Máximo MG2 [N.m]	Aceleração	224,84 ± 7,51	314,35 ± 4,19	335,74 ± 0,05
Binário Máximo MGR [N.m]	Aceleração	82,71 ± 2,49	111,67 ± 2,00	127,22 ± 1,39
Binário Máximo Travagem Regenerativa [N.m]	Travagem	243,68 ± 11,41	480,80 ± 3,68	441,28 ± 37,82
Intensidade de corrente máxima [A]	Aceleração	137,68 ± 2,36	63,52 ± 1,79	152,96 ± 5,95

O consumo obtido a velocidade constante não é nulo. No tipo de condução suave e intermédia o motor de combustão era desligado pouco depois da carga no acelerador ser nula. Os valores obtidos na tabela correspondem à fase em que o motor ainda não se tinha desligado, estava a diminuir de rotações daí que o valor não seja nulo. Já no caso de condução agressiva, o motor não era imediatamente desligado, manteve, no entanto, uma rotação constante para evitar o sobreaquecimento e possíveis danos quer nos componentes do motor, quer no trem planetário. Esta situação foi explicada anteriormente neste trabalho no capítulo 3. Pouco antes de se iniciar a travagem o motor era desligado. Se o tempo em que o veículo se encontra na velocidade de cruzeiro se prolongasse, o valor dos consumos tenderia para zero. Durante a fase de desaceleração o motor esteve sempre desligado, fazendo com que o consumo de gasolina fosse nulo.

Comparando os diferentes tipos de condução, facilmente se verifica a influência que a carga no acelerador tem no valor dos consumos na fase de aceleração. Estes são fortemente influenciados à medida que o tipo de condução se torna mais brusca. O consumo na condução agressiva é cerca de 145% maior do que na condução suave, e cerca de 16% na condução intermédia.

Na fase inicial de aceleração, no que toca à variação do estado de carga da bateria, de notar que esta diminuiu sempre o que indica que os motores ajudavam o motor de combustão nesta fase. De realçar, também, o facto de numa aceleração agressiva a carga da bateria diminuir de uma forma mais abrupta do que numa condução suave, acima dos 600% a mais, isto porque, e como se pode confirmar pelos binários dos motores, a aceleração requeria mais potência, logo, um maior esforço por parte dos motores eléctricos o que implica uma maior necessidade de energia. Tanto a média como o binário máximo de MG2 aumentam à medida que o tipo de condução se torna mais agressivo, demonstrando assim que existia uma maior demanda de potência por parte deste motor, chegando a alcançar o valor máximo de binário do mesmo. Comparando os valores, o binário máximo de MG2 na condução agressiva é cerca de 49% maior do que na condução suave, valor que ascende aos 285% quando se compara a média do mesmo binário. Durante uma aceleração suave e intermédia, o motor MGR ajudava o veículo a arrancar desligando-se pouco depois, o mesmo não acontecendo com uma aceleração agressiva onde o motor eléctrico estava sempre ligado perto do seu binário máximo, requerendo assim mais energia por parte da bateria. O binário máximo de MGR na condução agressiva é maior em 54% relativamente à condução suave, e 14% em relação à condução intermédia. A intensidade de corrente máxima é maior na condução agressiva quando comparada com a condução suave em 11%, facto explicado pelo nível de exigência de binário da parte dos motores eléctricos. No entanto, na condução intermédia este valor é mais baixo do que na condução suave, cerca de metade. Isto acontece porque na condução suave o veículo arrancava com o motor de combustão desligado, logo, os motores eléctricos necessitavam de maior carga para fazer arrancar o veículo do zero. Pouco depois deste se começar a mover o motor de combustão entrava em funcionamento, diminuindo a intensidade de corrente pois os motores eléctricos não foram tão solicitados em termos de binário. No caso da condução intermédia, com uma carga de 60% no acelerador, o motor de combustão ligava-se automaticamente, fazendo com que o veículo iniciasse a sua marcha com a ajuda deste, diminuindo o esforço necessário pelos motores

eléctricos, fazendo com que a corrente máxima rondasse os 64 Amperes. Este valor era mantido praticamente constante durante a fase de aceleração, ao contrário do tipo de condução suave, cujo valor reduzia imediatamente após a entrada em funcionamento do motor de combustão. Este facto vai ser evidenciado mais à frente nos restantes tipos de condução.

Durante a fase de velocidade constante, a carga da bateria diminuiu pois o motor de combustão desligava-se ficando o motor eléctrico MG2 responsável pela locomoção do veículo, excepto no caso da condução agressiva onde a diminuição da carga não é tão notória. Como já foi referido, após a fase de aceleração agressiva, o motor não era desligado instantaneamente de maneira a evitar estragos nos mais variados componentes. Sendo assim, a unidade de controlo ECU THS aproveitou essas rotações do motor para fazer deslocar o veículo. Quando estas iam reduzindo, o motor eléctrico passava a contribuir na força motriz necessária para deslocar o veículo, daí que o nível de carga da bateria tenha reduzido. Este facto fez com que a média do binário de MG2 fosse menor quando comparada aos outros tipos de condução. Durante esta fase de condução o motor MGR esteve sempre desligado de maneira a reduzir o consumo energético.

Durante a travagem, de destacar a influência da travagem regenerativa que recarregou a bateria em todos os tipos de condução. Numa condução suave, o valor desta recarga é maior pois o tempo de travagem é mais longo e não é utilizada a travagem hidráulica. À medida que a condução se torna mais agressiva, e embora o valor máximo do binário da travagem regenerativa aumente, o valor de regeneração de energia diminui pois o tempo de travagem é menor e o trabalho efectuado pela travagem hidráulica torna-se mais evidente de maneira a imobilizar o veículo com segurança. Equiparando os resultados, regista-se que o aumento no nível de carga da bateria na condução suave é cerca de 61% maior quando comparado com a condução intermédia, e acima dos 195% comparativamente à condução agressiva. De notar que o binário máximo da travagem regenerativa da condução agressiva é ligeiramente menor do que no caso da condução intermédia pois na realização de um dos ensaios do primeiro tipo de condução, e como se pode ver em anexo, a travagem regenerativa não actuou devido a questões de segurança, tais como o sobreaquecimento dos motores eléctricos ou da bateria, fazendo com que a média seja menor. No entanto, este ensaio permitiu demonstrar que o sistema de controlo electrónico do sistema híbrido ECU THS está em constante monitorização de todas as condições dos vários componentes do sistema, actuando sempre que necessário para manter o correcto funcionamento destes.

Por fim, uma nota positiva para os valores dos erros obtidos que são claramente baixos, validando assim os resultados aqui obtidos (salvo uma excepção, todos os valores de erro situam-se abaixo dos 20%).



### 5.3 Perfil de Velocidade 90 km/h

Nos gráficos seguintes estão demonstrados os três tipos de condução empregues com as respectivas cargas no acelerador, desta vez, num perfil de velocidade 90 km/h. Tal como anteriormente, é notória a diferença temporal que existe até atingir o patamar de velocidade desejado consoante o tipo de condução que se emprega.

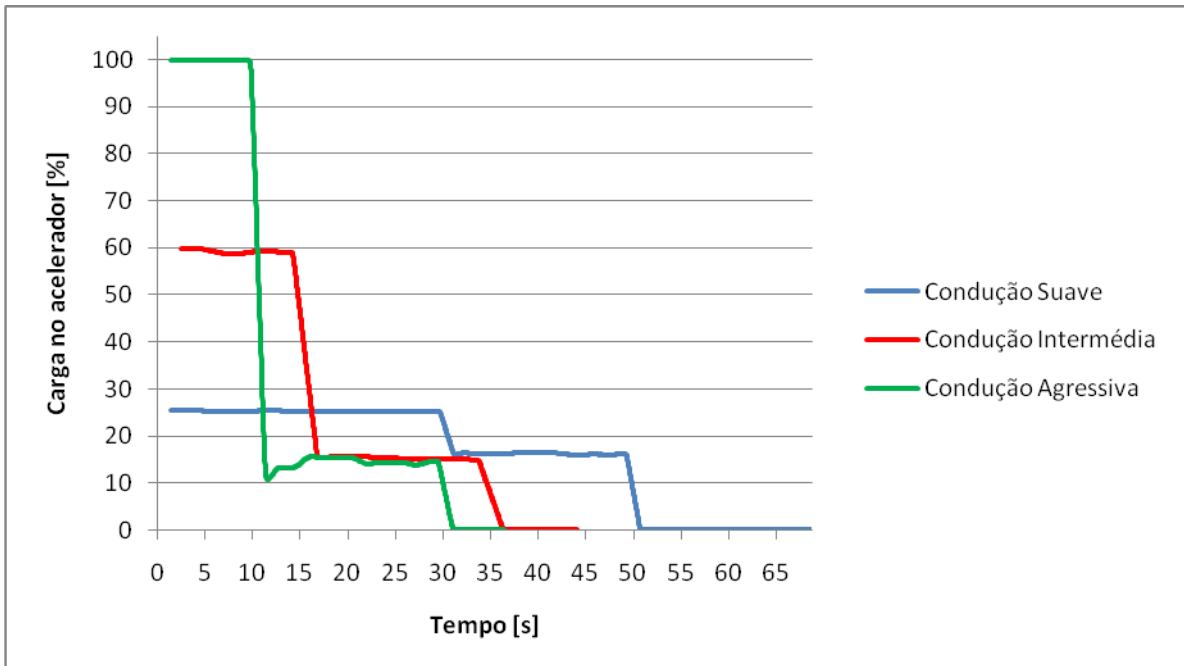


Figura 53: Carga no acelerador do perfil de velocidade 90 km/h para os diferentes tipos de condução.

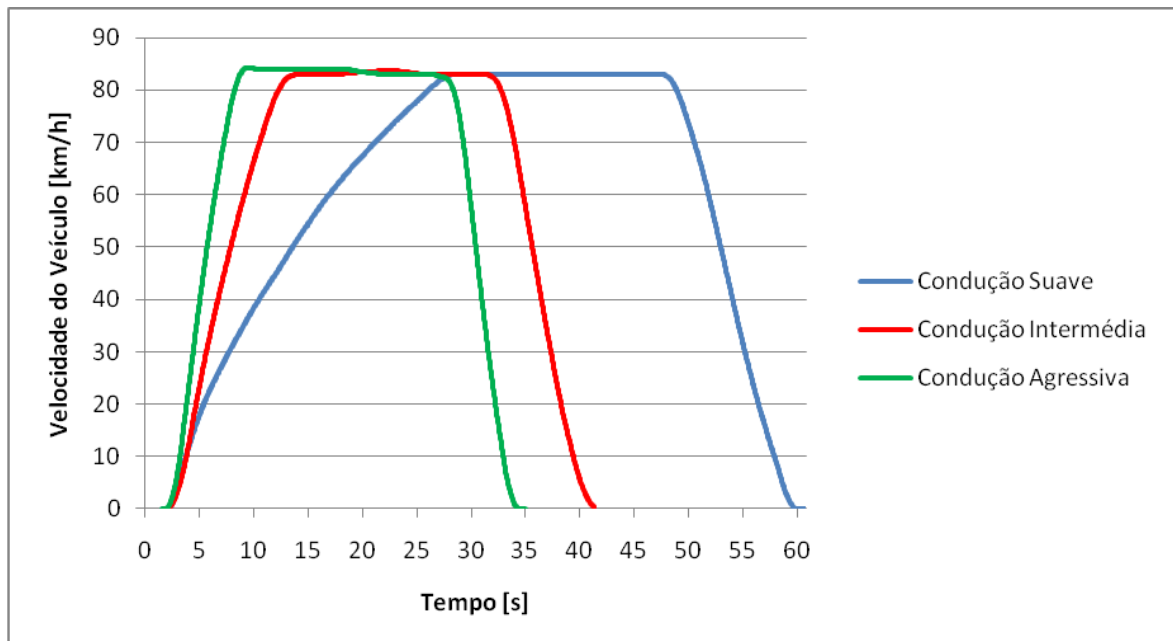


Figura 54: Perfil de velocidade 90 km/h com os diferentes tipos de condução.

No que toca aos resultados obtidos para os parâmetros em análise, estes encontram-se descritos na seguinte tabela.

**Tabela 15:** Resultados obtidos para o perfil de velocidade 90 km/h para os diferentes tipos de condução.

Designação	Fase do ensaio	Suave	Intermédia	Agressiva
Velocidade do veículo [km/h]	Constante	82,92 ± 0,02	83,25 ± 0,02	83,82 ± 0,02
Média da carga no acelerador [%]	Aceleração	25,02 ± 2,78e-3	58,99 ± 0,02	99,9 ± 1,73e-13
	Constante	15,06 ± 0,02	15,31 ± 0,05	15,33 ± 0,09
Consumo médio de gasolina [l/100 km]	Aceleração	25,68 ± 0,48	64,46 ± 1,55	85,57 ± 1,42
	Constante	7,49 ± 0,12	5,96 ± 0,16	9,63 ± 0,21
	Travagem	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Variação média do estado de carga da bateria [%]	Aceleração	-0,28 ± 0,16	-0,58 ± 0,11	-2,81 ± 0,12
	Constante	-0,06 ± 0,28	-0,99 ± 0,14	1,14 ± 0,13
	Travagem	3,35 ± 0,10	1,86 ± 0,08	1,13 ± 0,13
Variação média da carga da bateria [kWh]	Aceleração	-0,52 ± 0,30	-1,08 ± 0,20	-5,26 ± 0,23
	Constante	-0,11 ± 0,53	-1,85 ± 0,27	2,12 ± 0,25
	Travagem	6,26 ± 0,19	3,47 ± 0,15	2,11 ± 0,25
Média Binário MG2 [N.m]	Aceleração	50,47 ± 0,46	189,24 ± 0,91	269,79 ± 1,14
	Constante	-5,23 ± 0,08	4,22 ± 0,17	-6,63 ± 0,37
Binário Máximo MG2 [N.m]	Aceleração	212,52 ± 5,85	311,15 ± 4,73	335,91 ± 0,04
Binário Máximo MGR [N.m]	Aceleração	82,80 ± 0,62	111,09 ± 3,45	128,44 ± 0,28
Binário Máximo Travagem Regenerativa [N.m]	Travagem	331,00 ± 12,67	480,40 ± 3,65	484,00 ± 2,03
Intensidade de corrente máxima [A]	Aceleração	142,2 ± 3,53	65,8 ± 3,04	183,30 ± 6,34

Tal como seria de esperar, a média da carga no acelerador a velocidade constante é maior do que no caso do perfil de velocidade de 50km/h, isto porque o veículo tem que manter uma velocidade constante superior.

De igual modo o consumo durante a fase de aceleração torna-se cada vez maior à medida que a condução se torna mais agressiva. No entanto, estes valores são mais baixos do que no perfil anterior pois o tempo de aceleração era menor. Neste caso, após valores iniciais de consumo muito elevados, estes começavam a diminuir à medida que o veículo aumentava a sua velocidade fazendo com que a média final seja menor. Comparando os resultados, na condução agressiva o consumo foi superior em cerca de 34% em relação à condução intermédia, valor que aumenta para os 233% em analogia à condução suave. O valor do estado de carga da bateria reduziu durante esta fase inicial do ensaio, comprovando novamente a importância que os motores eléctricos têm no arranque do veículo. A redução foi substancialmente maior no tipo de condução agressiva, fruto da carga de aceleração requerida, suplantando a condução intermédia em 384% e a condução suave em 903%. Este facto é também visível através dos binários dos motores eléctricos que aumentam à medida que o tipo de condução se torna mais severa, chegando a atingir os respectivos valores máximos na condução mais agressiva. O valor de binário máximo atingido pelo motor MG2 na condução agressiva foi superior em cerca de 58% comparativamente à condução suave, atingindo o valor de 435% quando se trata da média do binário do mesmo motor. Tal como no perfil de 50 km/h o motor eléctrico traseiro MGR só actuou no arranque do veículo nas conduções suave e intermédia, enquanto que na condução agressiva debitou a sua potência durante toda a fase de aceleração. Em termos percentuais, o binário máximo do motor traseiro foi superior em 16% na condução agressiva comparativamente à condução intermédia, e superior em 55% em relação à condução suave. A intensidade de corrente máxima volta a apresentar os mesmos resultados que se verificou no perfil 50 km/h, ou seja, a intensidade máxima foi obtida na condução agressiva, depois na condução suave e finalmente na condução intermédia e a explicação reside no facto da actuação do motor de combustão no arranque do veículo já referenciado anteriormente.

Contrariamente ao que acontecia no perfil anterior, o motor de combustão não era desligado a velocidade constante isto porque o motor eléctrico MG2 não aguentava o esforço necessário para manter o veículo a uma velocidade constante. Daí que os consumos não sejam semelhantes. De notar que a esta velocidade de 90 km/h a sensibilidade do condutor no pedal do acelerador e os factores externos, como o vento, têm um papel preponderante no tipo de comportamento do sistema, isto porque em alguns ensaios o valor do binário do motor MG2 era positivo, ou seja, estava a ajudar a mover o mesmo, enquanto noutros era negativo, carregando assim as baterias. O sistema analisa constantemente qual a melhor combinação de fluxo de potências entre o motor de combustão, o motor eléctrico e as rodas, fazendo com que neste caso a mínima interferência ou variação mudasse a gestão dos motores. Durante os ensaios como o motor gerador MG2 alternava constantemente entre o funcionamento como motor e como gerador, a média do binário apresentada por este tem valores baixos. Na condução suave o consumo de gasolina foi maior do que na condução intermédia, isto porque o motor eléctrico actuou mais vezes como gerador no primeiro tipo de condução e funcionou mais frequentemente como motor eléctrico no segundo tipo de condução, reflectindo-se também nas diferenças de

variação de carga da bateria. Também nesta fase de velocidade constante, no tipo de condução agressiva, à medida que o motor de combustão reduzia as rotações para poupar os seus componentes e o trem planetário ao sobreaquecimento, essas rotações foram aproveitadas para fazer deslocar o veículo e foram também aproveitadas para carregar a bateria, daí que a variação de carga da mesma aumente e o binário do motor gerador MG2 seja negativo, ou seja, estava a actuar como gerador. Por este mesmo motivo o consumo de gasolina é maior do que nos outros casos. Este facto pode ser comprovado pela análise dos gráficos do anexo A.

Na última fase do ensaio, na travagem até à imobilização, de realçar que o nível de carga de bateria aumenta substancialmente no tipo de condução suave quando comparado com os outros tipos de condução, pois a actuação da travagem hidráulica foi nula, sendo toda a energia cinética aproveitada para carregar a bateria. Nos outros tipos de condução, o carregamento da bateria foi menor pois a maior carga aplicada no pedal do travão fez com que a travagem hidráulica actuasse com mais intensidade, embora o binário máximo da travagem regenerativa tenha sido maior nestes dois últimos tipos de condução. Na condução intermédia, como a intensidade de travagem é menor do que na condução agressiva, a regeneração de energia foi maior em cerca de 65%. Comparando a condução suave com a condução intermédia, a regeneração de energia do primeiro caso foi superior em 80% em relação ao segundo.

Finalmente, uma referência para os valores reduzidos de erro (inferiores a 18%), excepto nos casos referenciados, que comprovam a validade dos resultados obtidos.

## 5.4 Perfil de Velocidade 120 km/h

O terceiro perfil de velocidade a ser analisado foi aquele onde a velocidade atingida é igual ao limite legal máximo permitido por lei no nosso país, ou seja, 120 km/h. Tal como nos perfis anteriores, facilmente se distingue nos seguintes gráficos a influência que a carga no acelerador tem no tempo que se demora a atingir a velocidade desejada.

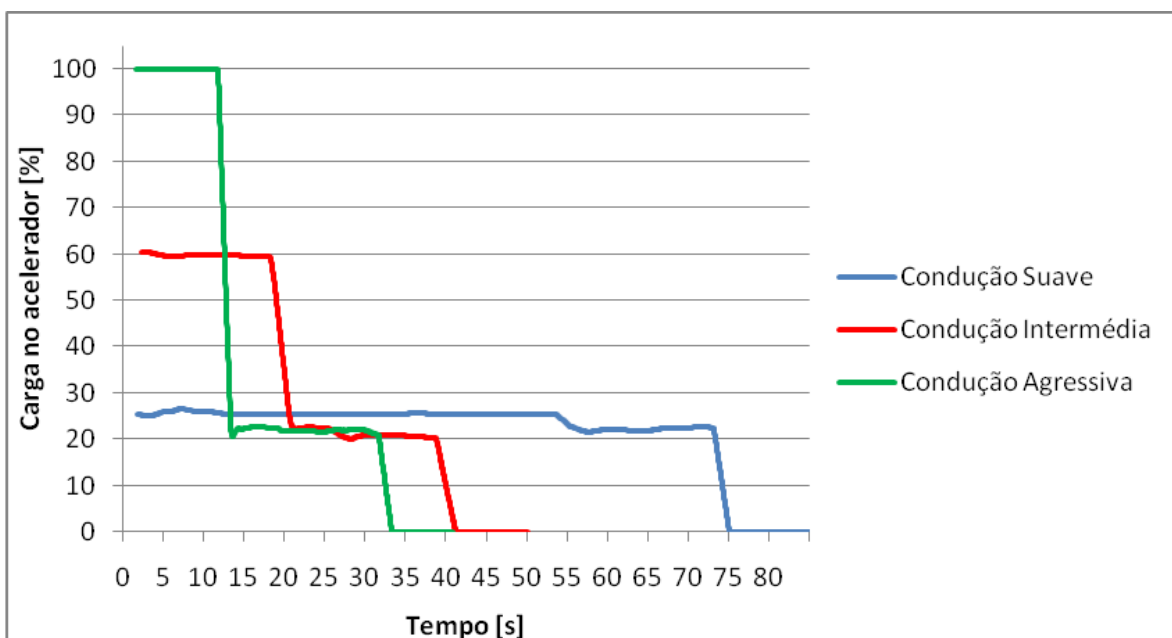


Figura 55: Carga no acelerador do perfil de velocidade 120 km/h para os diferentes tipos de condução.

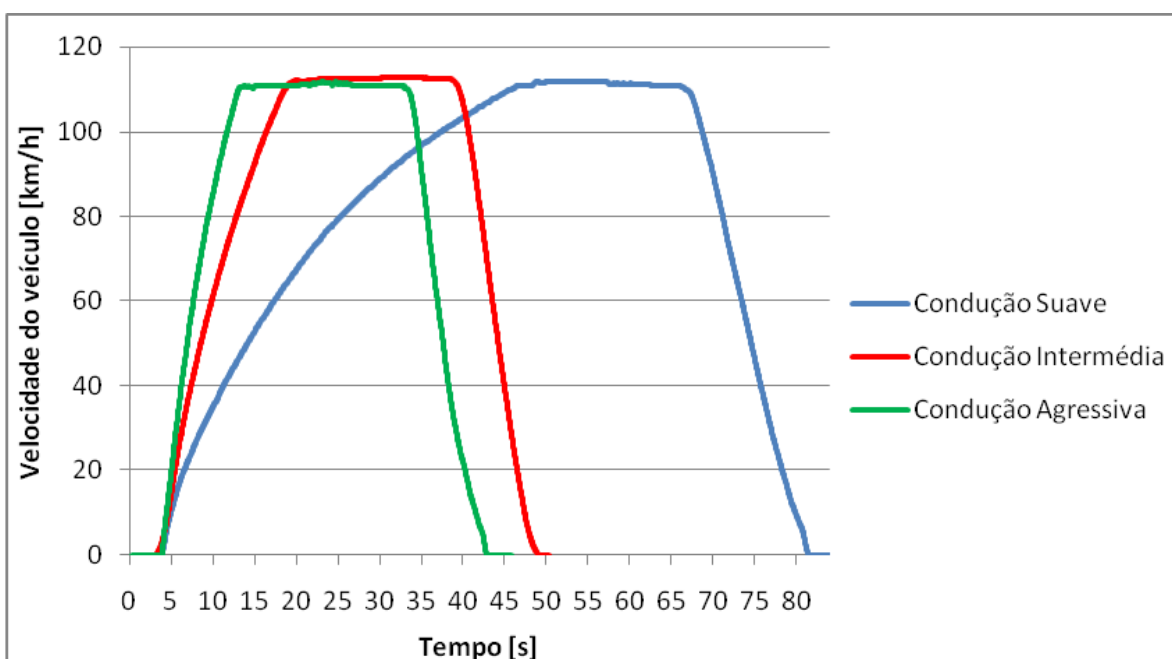


Figura 56: Perfil de velocidade 120 km/h com os diferentes tipos de condução.

Na Tabela 16 encontram-se discriminados os resultados obtidos neste perfil de velocidade.

**Tabela 16:** Resultados obtidos para o perfil de velocidade 120 km/h para os diferentes tipos de condução.

Designação	Fase do ensaio	Suave	Intermédia	Agressiva
Velocidade do veículo [km/h]	Constante	110,28 ± 0,02	111,55 ± 0,01	110,91 ± 0,02
Média da carga no acelerador [%]	Aceleração	25,30 ± 3,13e-13	59,32 ± 0,01	99,83 ± 0,01
	Constante	20,86 ± 0,03	21,85 ± 0,05	22,22 ± 0,11
Consumo médio de gasolina [l/100 km]	Aceleração	19,33 ± 0,32	59,81 ± 1,21	81,10 ± 1,15
	Constante	9,20 ± 0,13	9,26 ± 0,29	12,08 ± 0,24
	Travagem	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Variação média do estado de carga da bateria [%]	Aceleração	-0,53 ± 0,16	-0,79 ± 0,12	-4,50 ± 0,11
	Constante	0,00 ± 0,10	-0,73 ± 0,10	1,28 ± 0,14
	Travagem	3,82 ± 0,18	1,99 ± 0,13	1,12 ± 0,19
Variação média da carga da bateria [kWh]	Aceleração	-0,98 ± 0,30	-1,48 ± 0,23	-8,42 ± 0,21
	Constante	0,00 ± 0,19	-1,37 ± 0,19	2,40 ± 0,26
	Travagem	7,14 ± 0,33	3,73 ± 0,24	2,10 ± 0,35
Média Binário MG2 [N.m]	Aceleração	29,32 ± 0,29	161,12 ± 0,86	230,88 ± 1,27
	Constante	-12,00 ± 0,08	-5,45 ± 0,17	-5,95 ± 0,35
Binário Máximo MG2 [N.m]	Aceleração	223,27 ± 5,52	310,66 ± 4,90	335,88 ± 0,08
Binário Máximo MGR [N.m]	Aceleração	84,28 ± 0,97	110,76 ± 1,83	128,95 ± 0,22
Binário Máximo Travagem Regenerativa [N.m]	Travagem	395,40 ± 21,48	486,80 ± 1,54	445,4 ± 29,10
Intensidade de corrente máxima [A]	Aceleração	142,90 ± 6,28	66,8 ± 2,32	173,5 ± 5,39

Analisando os resultados obtidos, a carga no acelerador a velocidade constante é naturalmente maior que nos perfis anteriores devido ao incremento de velocidade.

Na fase inicial do ensaio, a fase de aceleração, o consumo de gasolina é maior no tipo de condução agressiva, seguidamente na condução intermédia (36% inferior) e por fim na condução suave (320% inferior) seguindo o padrão dos últimos perfis. Estes consumos são inferiores comparativamente aos perfis anteriores pois o tempo de aceleração é maior, tal como aconteceu com o perfil de 90 km/h comparativamente ao perfil de 50 km/h. Nesta fase de aceleração, nota-se uma clara diferença no decréscimo da carga da bateria no tipo de condução agressiva, evidenciando a ajuda que os motores eléctricos dão ao motor de combustão. Este decréscimo acontece nos três tipos de condução, no entanto essa diferença é maior no tipo de condução mais agressiva pois neste participa, além do MG2, o motor MGR na aceleração do veículo. Comparando estes valores, nota-se que na condução agressiva o nível de carga da bateria sofreu uma diminuição cerca de 470% maior relativamente à condução intermédia e perto de 750% maior comparativamente à condução suave. Os binários dos motores eléctricos demonstram isso mesmo pois ambos atingem valores perto dos respectivos valores máximos. Nos outros tipos de condução, a ajuda dos motores geradores é igualmente de se salientar, com a média do binário de MG2 a ser 450% maior no tipo de condução intermédia comparativamente ao tipo de condução suave, valor que atinge os 39% no binário máximo de MG2 e 31% no binário máximo de MGR. No que toca à intensidade de corrente máxima alcançada, a situação que se registou nos perfis anteriores volta a acontecer neste caso, com a condução intermédia a registar o valor mais baixo. Os motivos desta situação foram já explicados anteriormente.

Na fase do ensaio em que o veículo circulava a velocidade constante, o consumo de gasolina foi praticamente o mesmo no perfil de condução suave e intermédio, sendo no entanto maior no perfil mais agressivo (cerca de 31%) devido à característica do motor em diminuir gradualmente as rotações após uma aceleração brusca para evitar eventuais danos nos seus componentes. Em relação à variação de carga da bateria, esta não alterou no tipo de condução suave, pois em alguns casos o motor gerador MG2 funcionava como motor e noutros casos como gerador juntamente com o motor MG1. No tipo de condução intermédia o estado de carga da bateria diminuiu embora o binário do motor MG2 em média ter sido negativo.

Quando o veículo entrou na fase de travagem o estado de carga da bateria aumentou em todos os tipos de condução seguindo o mesmo modelo que nos perfis anteriores, ou seja, houve um maior aproveitamento da energia regenerada na condução suave, seguida da condução intermédia (92% inferior) e finalmente da condução agressiva (241% inferior). A razão para o sucedido é a mesma que anteriormente, ou seja, depende em grande parte da força com que a travagem hidráulica actua e do tempo de travagem. Em relação ao binário máximo da travagem regenerativa, é importante realçar que na condução agressiva este valor é inferior do que na condução intermédia contrariando o padrão que seria de esperar. Isto aconteceu devido a um ensaio no qual a travagem regenerativa não ter funcionado na sua condição normal, tal como aconteceu no perfil de velocidade 50 km/h, por razões de segurança devido a um possível sobreaquecimento dos motores ou da bateria, resultado do esforço constante a que estes componentes estiveram sujeitos durante os testes consecutivos. Isto é um sinal de que mais uma

vez o sistema de controlo electrónico do sistema híbrido, a ECU THS, estava a monitorizar tudo o que se passava com o veículo tomando as devidas precauções para o seu funcionamento correcto.

De realçar, por último, os valores dos erros que foram mínimos, comprovando a fiabilidade dos resultados (fora o caso da variação da carga da bateria na fase de aceleração na condução suave, todos os restantes valores de erro são menores do que 17%, como se pode comprovar pelos anexos B, C e D)

Comparando os três perfis de condução anteriores, regista-se que o perfil de 50 km/h foi o que apresentou um maior consumo de gasolina na fase de aceleração quando comparado com o perfil de 90 km/h ou com o perfil de 120 km/h para os mesmos tipos de condução. Isto aconteceu porque os consumos são manifestamente elevados no início do teste, pois o veículo encontra-se parado e tem que vencer o atrito estático, e vão diminuindo gradualmente à medida que o veículo ganha velocidade. Como o teste de 50 km/h é o teste no qual a aceleração demora menos tempo pois a velocidade alvo é mais reduzida, os consumos registados na aceleração são muito mais elevados, ao passo que nos restantes perfis a média do consumo vai diminuindo ao longo da aceleração. No que toca à análise da carga da bateria, acontece exactamente o oposto. No perfil de velocidade 120 km/h a energia retirada da bateria foi maior do que no perfil de 50 km/h pois o primeiro tem um tempo de aceleração maior, logo, necessitou de mais energia.



## 5.5 Simulação Faixa “Via-Verde”

Outra situação que se pretendeu simular neste trabalho consistia na passagem por uma faixa de “Via Verde” de uma portagem. Os seguintes gráficos demonstram esta situação tendo em conta os três tipos de condução. De notar que durante a fase de desaceleração o motor de combustão era desligado automaticamente pela unidade de controlo electrónico, logo, os consumos de gasolina foram nulos.

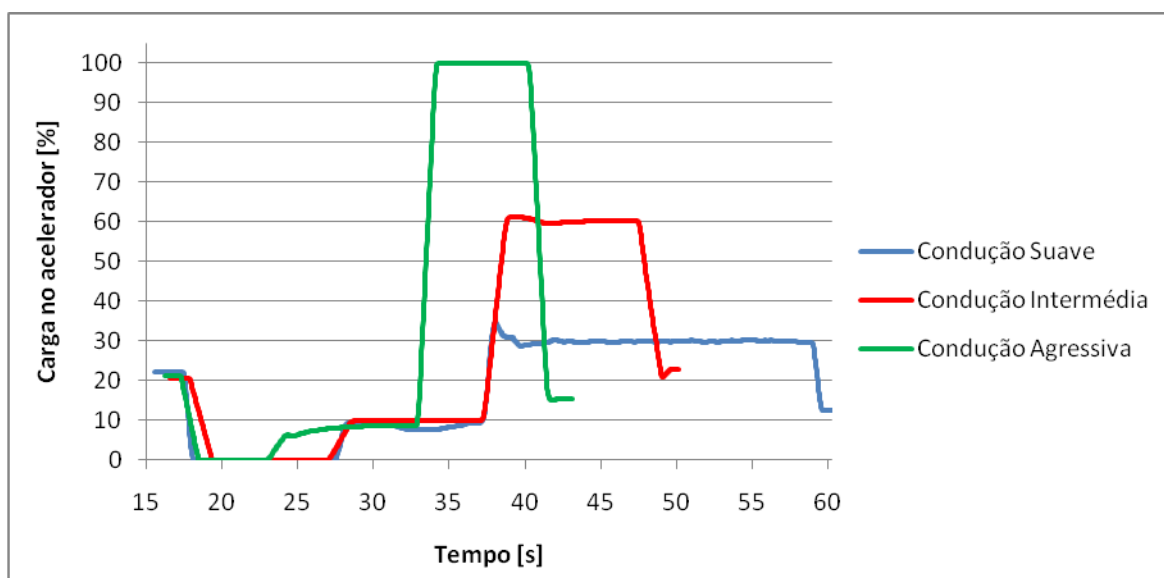


Figura 57: Carga no acelerador da simulação de uma faixa "Via-Verde" para os diferentes tipos de condução.

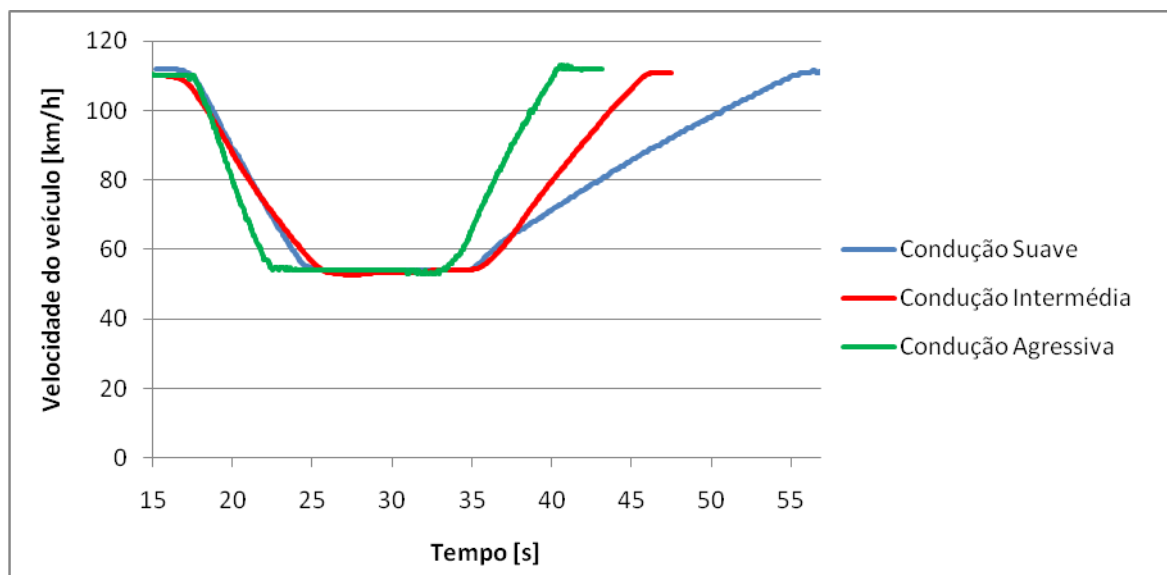


Figura 58: Perfil de velocidade da simulação de uma faixa "Via-Verde" com os diferentes perfis de condução.

Na seguinte tabela encontram-se os resultados obtidos para esta simulação.

**Tabela 17:** Resultados obtidos para a simulação de uma faixa "Via-Verde" para os diferentes tipos de condução.<sup>1</sup>

Designação	Fase do ensaio	Suave	Intermédia	Agressiva
Velocidade do veículo [km/h]	Constante	53,58 ± 0,02	54,22 ± 0,03	53,70 ± 0,04
Média da carga no acelerador [%]	Constante	9,39 ± 0,04	11,50 ± 0,04	11,14 ± 0,04
	Aceleração	30,21 ± 0,03	57,94 ± 0,12	97,59 ± 0,27
Consumo médio de gasolina [l/100 km]	Travagem	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	Constante	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	Aceleração	21,82 ± 0,40	42,63 ± 1,43	53,97 ± 2,42
Variação média do estado de carga da bateria [%]	Travagem	1,81 ± 0,14	1,60 ± 0,20	0,82 ± 0,14
	Constante	-0,85 ± 0,16	-1,17 ± 0,13	-1,06 ± 0,10
	Aceleração	-0,90 ± 0,17	-1,60 ± 0,12	-3,91 ± 0,57
Variação média da carga da bateria [kWh]	Travagem	3,38 ± 0,26	2,99 ± 0,37	1,54 ± 0,26
	Constante	-1,59 ± 0,30	-2,19 ± 0,25	-1,97 ± 0,19
	Aceleração	-1,68 ± 0,31	-2,99 ± 0,22	-7,31 ± 0,11
Média Binário MG2 [N.m]	Constante	18,01 ± 0,13	24,17 ± 0,20	22,62 ± 0,17
	Aceleração	42,08 ± 0,26	119,45 ± 0,38	153,52 ± 0,94
Binário Máximo MG2 [N.m]	Aceleração	124,15 ± 2,23	161,48 ± 2,57	217,99 ± 1,22
Binário Máximo MGR [N.m]	Aceleração	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	80,71 ± 1,86
Binário Máximo Travagem Regenerativa [N.m]	Travagem	219,40 ± 9,50	223,80 ± 8,38	225,20 ± 15,68
Intensidade de corrente máxima [A]	Aceleração	189,40 ± 5,84	197,90 ± 1,09	193,50 ± 2,23

<sup>1</sup> A fase inicial de Travagem corresponde à redução de velocidade dos 120 km/h para os 60 km/h. A fase constante é feita à velocidade de 60 km/h. A fase de Aceleração diz respeito à aceleração dos 60 km/h até aos 120 km/h.

Observando os resultados obtidos na tabela anterior, verifica-se que o consumo na primeira fase do ensaio, ou seja, na travagem, foi nulo pois quando se iniciava a travagem o motor era imediatamente desligado. Verificou-se, também, que o sistema híbrido comportou-se como nos perfis de velocidade já analisados carregando a bateria. Esta sofreu um maior aumento na condução suave, sendo seguida pela condução intermédia (13% inferior) e agressiva (121% inferior), pois a quanto maior for a intensidade da travagem hidráulica menores vão ser estes valores. Neste tipo de simulação o binário da travagem regenerativa é ligeiramente diferente entre os três tipos de condução não se diferenciando tanto como nas análises anteriores, facto explicado pela limitação de espaço o que obrigava a que as forças de travagem aplicadas na condução suave e intermédia tenham sido mais fortes do que o desejado e pelo facto de em alguns ensaios de condução agressiva, o sistema de regeneração não tenha funcionado a 100% por motivos de segurança, como ocorrido anteriormente.

Durante a fase de velocidade constante verifica-se que o consumo de gasolina é nulo pois o motor era desligado ainda na fase de travagem e permanecia neste modo até à fase de aceleração. O motor MG2 ficou encarregue de mover o veículo daí se verificando que o seu binário médio é praticamente o mesmo para os três tipos de condução e que o nível de carga da bateria diminuiu de maneira semelhante entre eles.

Já na fase de aceleração, as diferenças ficam mais evidentes devido às cargas aplicadas no acelerador. No que toca ao consumo de gasolina, na condução agressiva foi 27% superior quando comparado com a condução intermédia, e 147% superior relativamente à condução suave. Tanto na condução suave como na condução intermédia o motor eléctrico traseiro MGR não entrou em funcionamento pois o nível de potência solicitado não o justificava poupando-se, assim, no consumo energético. Por outro lado, no caso da condução agressiva, este entrava em funcionamento para, juntamente com o motor de combustão e com MG2 fornecerem toda a potência disponível. Por esta razão, o valor de binário do motor MG2 é maior neste tipo de condução, seguida da condução intermédia (35% menor para o valor máximo e 29% menor para a média) e da condução suave (76% menor para o valor máximo e 265% menor para a média do mesmo). O mesmo acontece com a diminuição da carga da bateria, com o maior declínio a registar-se na condução agressiva devido aos níveis de binário dos dois motores eléctricos, seguida da condução intermédia, registando um valor 144% inferior, e por fim a condução suave com um valor 334% inferior. De notar que na condução suave, o motor de combustão só entrava em funcionamento pouco tempo depois de se aplicar a carga no acelerador enquanto o motor eléctrico MG2 conseguia corresponder ao nível de aceleração pretendido, ao passo que nos outros dois tipos de condução o motor entrava logo em funcionamento quando se iniciava a aceleração. No que toca à intensidade de corrente máxima, os valores foram praticamente semelhantes e foram registados imediatamente na altura em que se pisava o pedal do acelerador.

Os valores obtidos nestes ensaios podem-se considerar válidos e credíveis uma vez que o erro associado a todos eles é reduzido, com valores abaixo dos 18,7%.

## 5.6 Portagem Convencional vs Faixa “Via-Verde”

Numa portagem convencional forma-se uma fila de veículos e antes de entrar na zona de portagem, esses veículos poderão efectuar diversos pára-arranca, curtos e longos, consoante o número de veículos presentes na fila [30]. Para simular a passagem por uma portagem convencional, serão utilizados os resultados já obtidos da travagem e da aceleração do perfil 120 km/h, assim como os resultados dos pára-arranca analisados anteriormente. A seguinte tabela mostra o número de pára-arranca curtos e longos numa fila com 1, 10 e 20 veículos.

**Tabela 18:** Número e tipo de pára-arranca consoante a quantidade de veículos na fila de uma portagem. [30]

Portagem Convencional	Fila com 1 veículo <sup>1</sup>	Fila com 2 veículos	Fila com 10 veículos	Fila com 20 veículos
N.º de pára-arranca curtos	0	1	6	7
N.º de pára-arranca longos	0	0	4	5

<sup>1</sup> Quando se refere que a fila tem 1 veículo, é no caso em que este entra na portagem para efectuar o pagamento sem ter nenhum carro à sua frente, daí que não exista nenhum pára-arranca antes de entrar na mesma.

Na seguinte tabela encontram-se os resultados obtidos para as situações referenciadas.

**Tabela 19:** Resultados obtidos tendo em conta as diversas situações analisadas.

		Consumo de Gasolina [l/100 km]	Variação do Estado de Carga da Bateria [kWh]		
			Travagem	Fase 2 <sup>1</sup>	Aceleração
Condução Suave	Fila com 1 veículo	19,33 ± 0,32	7,14 ± 0,33	0,00 ± 0,00	-0,98 ± 0,30
	Fila com 2 veículos	19,33 ± 0,32	7,14 ± 0,33	-0,32 ± 0,04	-0,98 ± 0,30
	Fila com 10 veículos	19,33 ± 0,32	7,14 ± 0,33	-4,36 ± 0,49	-0,98 ± 0,30
	Fila com 20 veículos	19,33 ± 0,32	7,14 ± 0,33	-5,29 ± 0,59	-0,98 ± 0,30
	Faixa “Via-Verde”	21,82 ± 0,40	3,38 ± 0,26	-1,59 ± 0,30	-1,68 ± 0,31
Condução Intermédia	Fila com 1 veículo	59,81 ± 1,21	3,73 ± 0,24	0,00 ± 0,00	-1,48 ± 0,23
	Fila com 2 veículos	59,81 ± 1,21	3,73 ± 0,24	-0,32 ± 0,04	-1,48 ± 0,23
	Fila com 10 veículos	59,81 ± 1,21	3,73 ± 0,24	-4,36 ± 0,49	-1,48 ± 0,23
	Fila com 20 veículos	59,81 ± 1,21	3,73 ± 0,24	-5,29 ± 0,59	-1,48 ± 0,23
	Faixa “Via-Verde”	42,63 ± 1,43	2,99 ± 0,37	-2,19 ± 0,25	-2,99 ± 0,22
Condução Agressiva	Fila com 1 veículo	81,10 ± 1,15	2,10 ± 0,35	0,00 ± 0,00	-8,42 ± 0,21
	Fila com 2 veículos	81,10 ± 1,15	2,10 ± 0,35	-0,32 ± 0,04	-8,42 ± 0,21
	Fila com 10 veículos	81,10 ± 1,15	2,10 ± 0,35	-4,36 ± 0,49	-8,42 ± 0,21
	Fila com 20 veículos	81,10 ± 1,15	2,10 ± 0,35	-5,29 ± 0,59	-8,42 ± 0,21
	Faixa “Via-Verde”	53,97 ± 2,42	1,54 ± 0,26	-1,97 ± 0,19	-7,31 ± 0,11

<sup>1</sup> Corresponde aos pára-arranca ou à velocidade constante de 60 km/h para a portagem convencional ou para a faixa “Via-Verde”, respectivamente.

Em termos de consumo de gasolina, como nos ensaios de pára-arranca o motor de combustão não entrou em funcionamento, é válido comparar apenas as fases de aceleração do perfil 120 km/h e da simulação da faixa “Via-Verde”. Comparando estes valores, verifica-se que o consumo quando se circula numa faixa “Via-Verde” é 13% superior ao de uma portagem convencional numa condução suave. No entanto, embora a média seja menor, a quantidade de gasolina utilizada na fase de aceleração é superior neste último em 253% pois a distância necessária até se atingir a velocidade alvo é maior (numa portagem convencional o consumo foi de aproximadamente 0,08 ml enquanto que numa faixa “Via-Verde” foi cerca de 0,02 ml). Nos outros tipos de condução, o consumo quando se circula por uma portagem convencional é superior em cerca de 40% na condução intermédia e 50% na condução agressiva comparativamente à circulação por uma faixa “Via-Verde”.

Na fase de travagem, a regeneração de energia foi maior no caso de uma portagem convencional pois a distância de travagem foi também superior. Em termos estatísticos, esse valor foi superior entre os 111% para uma condução suave e os 36% para uma condução agressiva.

Em termos de consumo eléctrico, depois da fase de travagem, quando não existe nenhum veículo parado na portagem não há a necessidade de realizar pára-arranca daí que não haja consumo por parte dos motores eléctricos. Quando se encontra um veículo na portagem à nossa frente, ou seja, a fila tem 2 veículos, há a necessidade de realizar um pára-arranca curto. O consumo energético é claramente inferior (cerca de 500%) quando comparado com um faixa “Via-Verde”. No entanto, a distância percorrida quando é efectuado um pára-arranca é muito inferior do que aquela que se percorre a 60 km/h na passagem pela “Via-Verde”. À medida que a fila de veículos se torna mais comprida, o número de pára-arranca efectuados é igualmente maior, levando a que o consumo em termos energéticos por parte dos motores eléctricos seja superior em 123% para uma fila com 10 veículos relativamente à passagem por uma faixa “Via-Verde”, valor que sobe para os 171% numa fila com 20 veículos. Na fase de aceleração, o consumo eléctrico quando se circula numa faixa “Via-Verde” comparativamente a uma portagem convencional é maior em 71% para uma condução suave e 102% para uma condução intermédia, mas torna-se menor em 15% para o tipo de condução agressiva.

## 5.7 Avaliação do Compromisso entre Tempo e Combustível

Nesta secção será analisado o compromisso entre a poupança de tempo e o combustível gasto numa condução agressiva quando comparada a uma condução mais suave. A tabela seguinte mostra os resultados obtidos no que toca ao tempo necessário até se atingir a velocidade pretendida na fase de aceleração e os respectivos consumos registados.

**Tabela 20:** Tempo até atingir a velocidade pretendida e consumos registados para os diversos perfis tendo em conta os tipos de condução

	Tempo até se atingir a velocidade pretendida [s]				Consumo registado na aceleração [l/100km]			
	Perfil 50 km/h	Perfil 90 km/h	Perfil 120 km/h	“Via-Verde”	Perfil 50 km/h	Perfil 90 km/h	Perfil 120 km/h	“Via-Verde”
<b>Condução suave</b>	8,58	25,05	42,27	21,24	36,05	25,68	19,33	21,82
<b>Condução agressiva</b>	2,49	5,57	8,70	7,42	88,47	85,57	81,01	53,97
<b>Diferença</b>	-71%	-78%	-79%	-65%	145%	233%	319%	147%

Como se pode observar, uma condução agressiva permite uma poupança de tempo de 71% para o perfil 50 km/h, 78% para o perfil 90 km/h, 79% para o perfil de velocidade 120 km/h e 65% para a passagem por uma faixa “Via-Verde” quando comparada com uma condução suave. No entanto, o consumo registado sofre um agravamento entre estes dois tipos de condução de 145% para o perfil 50 km/h (perto de 2 vezes superior ao tempo poupado), 233% para o perfil 90 km/h (3 vezes superior à redução temporal), 319% para o perfil 120 km/h (acima de 4 vezes superior à poupança de tempo) e 147% para a passagem por uma faixa “Via-Verde” (cerca de 2,2 vezes superior ao tempo poupado).

Fica, assim, demonstrado que, embora se denote uma poupança de tempo quando se opta por uma condução mais agressiva, o incremento no consumo de combustível é sempre superior a essa diferença temporal.

## 5.8 Rotunda

Por fim, a ultima situação a ser analisada neste trabalho está relacionada com a circulação em rotundas, com dois tipos de condução: uma abordagem à rotunda sem efectuar paragem; e uma abordagem com paragem e um pequeno compasso de espera para entrar na rotunda. No seguinte gráfico demonstra-se as diferenças entre estes dois tipos de condução, tendo em conta a velocidade do veículo.

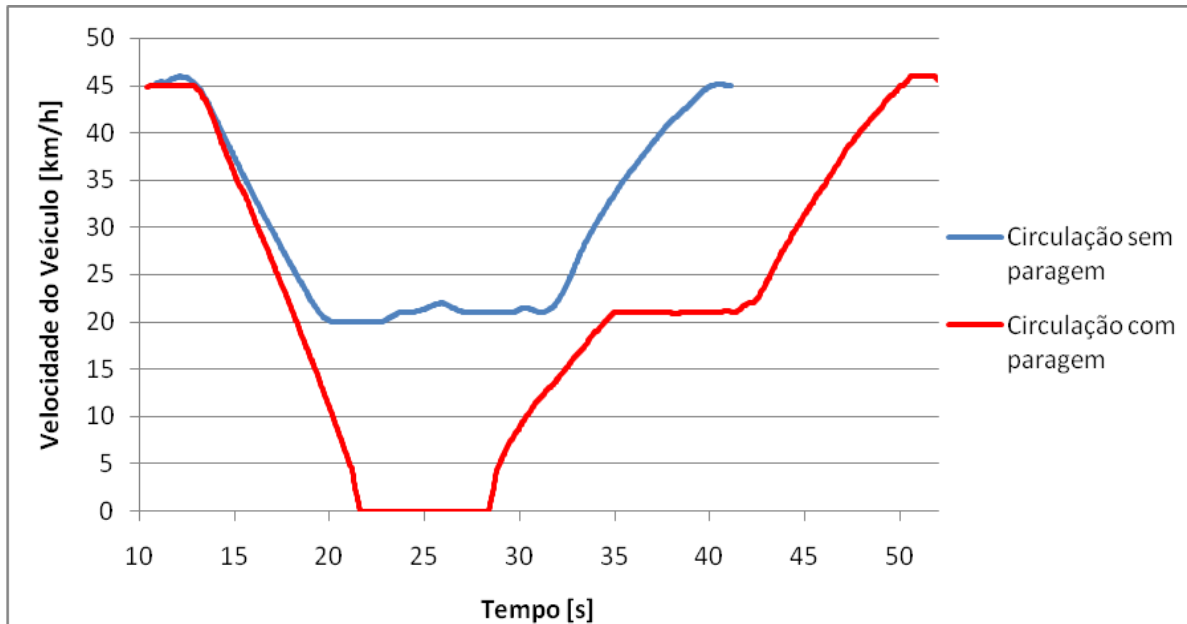


Figura 59: Perfil de velocidade da circulação numa rotunda com e sem paragem.

É notório, na análise do gráfico anterior, a influência que uma paragem de 10 segundos antes de entrar numa rotunda tem no tempo total de circulação na mesma. Na Tabela 21 encontram-se os resultados obtidos.

**Tabela 21:** Resultados obtidos para a simulação de circulação numa rotunda para os dois tipos de condução.

Designação	Fase do Ensaio <sup>1</sup>	Condução sem paragem	Condução com paragem
Velocidade do veículo [km/h]	Constante	20,37 ± 0,02	20,82 ± 0,02
Média da carga no acelerador [%]	Aceleração 0-25 km/h	N/A	17,17 ± 0,07
	Constante	8,93 ± 0,03	7,51 ± 0,04
	Aceleração 25-50 km/h	20,81 ± 0,05	20,53 ± 0,05
Consumo médio de gasolina [l/100 km]	Travagem	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	Aceleração 0-25 km/h	N/A	0,00 ± 0,00
	Constante	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	Aceleração 25-50 km/h	20,95 ± 0,89	22,11 ± 1,03
Variação média do estado de carga da bateria [%]	Travagem	0,98 ± 0,09	1,03 ± 0,13
	Aceleração 0-25 km/h	N/A	-1,01 ± 0,09
	Constante	-0,46 ± 0,06	-0,39 ± 0,01
	Aceleração 25-50 km/h	-0,32 ± 0,06	-0,41 ± 0,03
Variação média da carga da bateria [kWh]	Travagem	1,83 ± 0,18	1,93 ± 0,25
	Aceleração 0-25 km/h	N/A	-1,89 ± 0,17
	Constante	-0,85 ± 0,11	-0,73 ± 0,02
	Aceleração 25-50 km/h	-0,60 ± 0,12	-0,77 ± 0,05
Média Binário MG2 [N.m]	Aceleração 0-25 km/h	N/A	97,84 ± 0,55
	Constante	25,41 ± 0,19	16,59 ± 0,24
	Aceleração 25-50 km/h	50,17 ± 0,56	44,36 ± 0,56
Binário Máximo MG2 [N.m]	Aceleração 0-25 km/h	N/A	134,97 ± 5,88
	Aceleração 25-50 km/h	146,42 ± 3,12	145,34 ± 4,48
Binário Máximo MGR [N.m]	Aceleração 0-25 km/h	N/A	65,87 ± 2,38
	Aceleração 25-50 km/h	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Binário Máximo Travagem Regenerativa [N.m]	Travagem	170,40 ± 13,67	230,00 ± 14,53
Intensidade de corrente máxima [A]	Aceleração 0-25 km/h	N/A	51,20 ± 5,44
	Aceleração 25-50 km/h	115,40 ± 2,31	111,10 ± 2,12

<sup>1</sup> A fase constante do ensaio foi feita a uma velocidade de 25 km/h.



Analisando os resultados obtidos, verifica-se que na primeira fase deste tipo de ensaios, a travagem, o motor de combustão esteve sempre desligado pois quando o veículo circulava a 50 km/h antes de abordar a rotunda, circulava em modo puramente eléctrico. Quando se efectuou a paragem antes da rotunda o binário da travagem regenerativa foi maior em 35%, resultado da carga necessária até à imobilização do veículo. O valor de regeneração de energia foi igualmente superior em 5,1%, comparativamente à condução sem paragem, fruto do maior tempo e da maior distância de travagem a que o veículo esteve sujeito.

Na aceleração do veículo da velocidade de 0 km/h até 25 km/h, no caso de condução com paragem, o motor de combustão não foi igualmente utilizado, registando-se assim um consumo nulo de gasolina. A variação da carga da bateria sofreu o maior declínio comparativamente a todas as fases do ensaio, pois o veículo teve que vencer o atrito estático, resultando num maior esforço, obrigando a bateria a despendar mais energia. A média do binário de MG2 registou, igualmente, o maior valor em relação às restantes fases do ensaio, pelo motivo já explicado. De notar que neste arranque actuaram os dois motores eléctricos em conjunto e foi a única fase em que o motor traseiro MGR trabalhou.

Quando o veículo se encontrava a circundar a rotunda a velocidade constante, a locomoção deste esteve empregue unicamente ao motor eléctrico MG2, obtendo-se um consumo igual a zero. Na circulação sem paragem a distância que o veículo percorreu a velocidade constante foi maior em comparação à circulação com paragem, pois neste último o veículo necessitou de cerca de um terço da extensão de circulação na rotunda para acelerar dos 0 km/h até aos 25 km/h. Como resultado, a variação da carga da bateria é superior em 18% na circulação sem paragem em relação à circulação com paragem na fase constante.

Por fim, na última etapa dos ensaios em que o veículo acelerou até atingir os 50 km/h, o motor de combustão entrou em funcionamento para auxiliar o motor eléctrico MG2. Os consumos foram sensivelmente os mesmos pois esta fase de aceleração foi igual nos dois ensaios. O valor da variação da carga da bateria, da média do binário de MG2 e da intensidade de corrente máxima deveriam ser igualmente semelhantes, no entanto, devido a factores externos como o vento ou uma pequena variação na carga do acelerador, fez com que estes valores se diferenciassem ligeiramente.

Importa referir que na circulação com paragem, a média do binário de MG2 necessário para acelerar dos 0 km/h até aos 25 km/h foi maior do que para acelerar dos 25 km/h para os 50 km/h, isto porque na segunda aceleração o motor MG2 teve a ajuda do motor de combustão na aceleração.

De realçar, ainda, os reduzidos valores de erro associados a cada um dos valores (inferiores a 20%) fazendo com que os resultados sejam confiáveis.

## 5.9 Comparação com veículos ligeiros

De maneira a comparar o veículo híbrido Lexus RX 400h com outros ligeiros veículos da mesma classe mas de marcas concorrentes, os valores a comparar vão ser o consumo nos diferentes ciclos (combinado, urbano e extra-urbano). Os veículos escolhidos para a comparação são veículos da mesma classe, com preço, peso e potência equivalentes de maneira a tornar a comparação o mais fiável possível. Foram escolhidos quer automóveis a gasolina quer automóveis a gasóleo, de maneira a analisar a influência que o tipo de combustível tem nos factores em análise.

De realçar que os ensaios realizados neste trabalho são muito detalhados em relação aos perfis e tipos de condução. Os valores oficiais revelados pelas marcas seguem a legislação europeia que estipula os ciclos de condução ECE (este é composto por aproximadamente um terço de condução em cidade e dois terços em estrada, com base na extensão do trajecto) e factores como os tempos de ensaio, séries de travagens e acelerações, número de quilómetros percorridos e o percurso escolhidos neste trabalho diferem dessa legislação. Sendo assim, a comparação será feita com os valores de catálogo (nomeadamente, de consumos e emissões de CO<sub>2</sub>) de todos os carros envolvidos inclusive do Lexus RX 400h. Esses valores encontram-se na seguinte tabela.

**Tabela 22:** Parâmetros em análise de diversos veículos concorrentes. [17,33-41]

Marca	Modelo	Combustível	Cilindrada [cm <sup>3</sup> ]	Potência [cv]	Peso bruto [kg]	Consumo [l/100 km]			Emissões CO <sub>2</sub> [g/km]
						Misto	Urbano	Extra-urbano	
Lexus	RX 400h	Gasolina	3.311	272	2.505	8,1	9,1	7,6	192
	RX 350	Gasolina	3.456	276	2.380	11,2	15,7	8,5	264
Audi	Q7 3.0 Tdi	Diesel	2.967	240	2.990	9,1	11,3	7,8	239
	Q7 3.6 FSi	Gasolina	3.597	280	2.900	12,7	17,8	9,8	304
BMW	X5 35d	Diesel	2.993	286	2.790	8,2	10,3	7,0	216
	X5 30i	Gasolina	2.996	272	2.680	10,2	13,7	8,2	244
	X6 35d	Diesel	2.993	286	2.790	8,3	10,5	7,1	220
Mercedes	ML 320 CDI	Diesel	2.987	224	2.830	9,3	11,9	7,8	245
	ML 420 CDI	Diesel	3.996	306	2.950	10,6	14,2	8,5	279
	ML 350	Gasolina	3.498	272	2.830	11,2	14,9	9,0	266
Porsche	Cayenne	Gasolina	3.598	290	2.945	12,9	18,3	9,9	310
	Cayenne Diesel	Diesel	2.967	240	3.015	9,3	11,6	7,9	244
Land Rover	Range Rover Sport TDV8	Diesel	3.628	272	3.175	11,1	14,7	9,0	294
Hyundai	ix 55 3.0 V6 CRDi	Diesel	2.959	240	2.780	9,4	12,4	7,6	249

Pela análise da Tabela 22 conclui-se que em termos de consumo misto o veículo híbrido Lexus RX 400h é o que apresenta os menores valores, mesmo quando comparado com motores a diesel, teoricamente mais comedidos nos consumos, com uma diferença de 1,2% para o motor a diesel da BMW e 60% para o motor a gasolina da Porsche. Em termos de consumos urbanos, novamente o Lexus apresenta o valor mais baixo da tabela, fruto da actuação mais significativa dos motores eléctricos neste meio, com uma vantagem para os concorrentes compreendida entre os 13% e os 101%. No que toca aos consumos extra-urbanos, como os motores eléctricos não são tão requisitados, o consumo do híbrido aparece logo a seguir ao motor a diesel da BMW com uma diferença de 8,6% superior. No entanto, interessa referir que este motor a diesel é um dos mais recentes e mais tecnologicamente avançados motores diesel actualmente, pois quando comparado com os restantes propulsores a gasóleo, o Lexus tem uma clara vantagem, mesmo para o motor do grupo Volkswagen-Audi que equipa o Q7 e o Cayenne que apesar de ter uma potência inferior (13%), apresenta um consumo entre os 12% e os 15% acima do Lexus. Por fim, no que toca às emissões de CO<sub>2</sub>, o Lexus prova mais uma vez que é o mais amigo do ambiente ao apresentar um valor compreendido entre os 13% e os 61% menor que os seus concorrentes.

Uma nota final para a comparação entre o Lexus RX 400h com propulsão híbrida e o Lexus RX 350 movido unicamente a gasolina. Ambos os veículos apresentam potências similares e embora o veículo híbrido apresente um peso superior fruto do acrescento dos componentes relacionados com o sistema híbrido, o consumo misto e as emissões de CO<sub>2</sub> mostram uma vantagem de 38% para o veículo híbrido em análise neste trabalho, quando comparado com o seu congénere movido a gasolina. Fica assim demonstrado mais uma das vantagens deste veículo.

### 5.10 Comparação com o Toyota Prius

Para finalizar este capítulo, na Tabela 23 encontram-se os resultados mais importantes a ter em conta no que toca aos consumos de gasolina dos veículos híbridos Lexus RX 400h e Toyota Prius [20,21] para os diferentes perfis de velocidade tendo em conta os tipos de condução.

**Tabela 23:** Consumo médio de gasolina dos veículos híbridos Lexus RX 400h e Toyota Prius (l/100 km).

	Tipo de Condução	Fase do Ensaio	Lexus RX 400h	Toyota Prius
Perfil 50 km/h	Suave	Aceleração	36,05 ± 0,90	11,83 ± 0,22
		Constante	1,28 ± 0,23	0,00 ± 0,00
	Intermédia	Aceleração	76,08 ± 2,03	12,64 ± 0,65
		Constante	4,26 ± 0,27	0,00 ± 0,00
	Agressiva	Aceleração	88,46 ± 2,62	18,02 ± 0,48
		Constante	7,84 ± 0,35	0,00 ± 0,00
Perfil 90 km/h	Suave	Aceleração	25,68 ± 0,48	16,53 ± 0,38
		Constante	7,49 ± 0,12	3,99 ± 0,13
	Intermédia	Aceleração	64,46 ± 1,55	17,96 ± 0,82
		Constante	5,96 ± 0,16	3,99 ± 0,09
	Agressiva	Aceleração	85,57 ± 1,42	23,36 ± 0,59
		Constante	9,63 ± 0,21	3,94 ± 0,42
Perfil 120 km/h	Suave	Aceleração	19,33 ± 0,32	17,41 ± 0,41
		Constante	9,20 ± 0,13	6,14 ± 0,22
	Intermédia	Aceleração	59,81 ± 1,21	20,35 ± 1,08
		Constante	9,26 ± 0,29	6,59 ± 0,51
	Agressiva	Aceleração	81,10 ± 1,15	24,25 ± 0,54
		Constante	12,08 ± 0,24	6,75 ± 0,11

Analisando os resultados anteriores, verifica-se que em todos os ensaios os consumos de gasolina do Lexus RX 400h são sempre superiores aos consumos registados pelo Toyota Prius fruto da maior cilindrada, maior potência e maior peso do primeiro.

No perfil de velocidade de 50 km/h a velocidade constante o Toyota Prius não registou consumo de gasolina daí que o valor seja nulo. No caso do Lexus, o motor era desligado pouco depois de a velocidade alvo ter sido atingida excepto no caso de uma condução agressiva. Estes factos foram já explicados na análise deste perfil. Na fase de aceleração, os valores do Lexus são superiores entre 205% para a condução suave e 502% para a condução intermédia.

No segundo perfil de velocidade de 90 km/h quando o veículo estava na fase de aceleração, o consumo do Toyota foi inferior ao do Lexus em 55% na condução suave, 259% na condução intermédia e 266% na condução agressiva. Na fase constante, a média de consumo registado pelo Lexus apresenta valores superiores entre os 50% no caso da condução intermédia e os 144% no caso da condução agressiva.

Por fim, no perfil de velocidade de 120 km/h, o consumo na fase inicial de aceleração do veículo híbrido em análise nesta Dissertação apresentou valores superiores ao do Toyota Prius de 11% para a condução suave, 194% para a intermédia e 234% para a agressiva. Já na fase de velocidade constante, a diferença percentual regista valores entre os 41% para a condução intermédia e 79% para a condução agressiva.

De realçar que no perfil de 120 km/h, no caso de uma aceleração suave, a diferença de consumos entre os dois veículos é relativamente pequena (11%), tendo em conta a diferença entre os dois veículos.

## 6 Conclusões e trabalho futuro

O trabalho realizado nesta Dissertação de Mestrado pretendia avaliar o desempenho energético do veículo híbrido Lexus. Para tal, foram efectuados testes experimentais em estrada para diferentes tipos de situações e de condução com o intuito de simular o maior número de condições a que um veículo está sujeito durante o dia-a-dia. As situações analisadas passaram por pára-arranca curtos e longos, circulação em rotundas com e sem paragem, diferentes perfis de velocidade para três tipos de condução (suave, intermédia e agressiva) e a simulação de uma passagem por uma faixa de “Via-Verde”, igualmente para os três tipos de condução. Os principais factores em análise foram o consumo de gasolina do veículo e o funcionamento dos principais componentes do sistema híbrido, nomeadamente a variação do nível de carga da bateria de alta voltagem e os binários aplicados pelos motores eléctricos e pela travagem regenerativa, de maneira a entender na prática o funcionamento desta tecnologia.

Começando pelo consumo de gasolina do veículo, este foi fortemente penalizado nos tipos de condução mais agressivos, principalmente nas fases de aceleração, chegando a atingir valores 320% acima do que uma condução suave. Ao aplicarmos uma carga mais forte no acelerador, o sistema tem que responder com uma maior potência para satisfazer essa necessidade, daí que o motor de combustão seja chamado a intervir com rotações mais elevadas, aumentando assim o seu consumo de gasolina. Uma condução mais suave permite que os consumos sejam mais comedidos. À medida que a velocidade dos perfis aumentava, o consumo diminuía para os mesmos tipos de condução. Isto acontece porque os consumos são manifestamente elevados no início do teste, pois o veículo encontra-se parado e tem que vencer o atrito estático, e vão diminuindo gradualmente à medida que o veículo ganha velocidade. Este facto pode ser comprovado através da análise do Anexo C onde se encontram os consumos registados nos diversos ensaios. Durante a fase de desaceleração ou travagem dos ensaios, o motor era desligado fazendo com que o consumo nestas fases fosse nulo.

No que toca ao consumo energético do veículo por parte dos motores eléctricos, concluiu-se que este também é muito dependente do tipo de condução empregue. À medida que a condução se tornou mais agressiva, o binário dos motores eléctricos aumentou para satisfazer as necessidades do condutor, diminuindo assim o nível de carga da bateria. No tipo de condução mais agressiva o valor de consumo eléctrico obteve valores 903% superiores quando comparados com uma condução suave. O motor eléctrico traseiro MGR só funcionou no arranque do veículo, para auxiliar MG2 ou quando a aceleração foi muito agressiva. Nos restantes casos, o motor esteve desligado de maneira a reduzir o consumo energético.

Na realização dos pára-arrancas verificou-se que o motor de combustão não trabalhou em nenhum dos ensaios, estando a locomoção do veículo unicamente entregue aos motores eléctricos MG2 e MGR, levando a que o consumo de gasolina nestas condições fosse nulo. Isto faz com que o veículo seja bastante económico nos meios urbanos onde estas situações se tornam cada vez mais frequentes. A travagem regenerativa não chegou a actuar devido à velocidade reduzida do veículo.

Em relação aos perfis de velocidade, concluiu-se que quanto maior for a velocidade alvo, maior vai ser o dispêndio de energia eléctrica na aceleração para o mesmo tipo de condução. Nas fases de velocidade constante do perfil de 50 km/h o motor de combustão era desligado pouco depois da velocidade ter sido alcançada. No entanto, isto não aconteceu para o tipo de condução agressiva. Após uma aceleração mais brusca, o motor não foi imediatamente desligado para evitar que os seus componentes, principalmente o trem planetário, sobreaquecessem. Daí que durante a fase de velocidade constante o motor tenha permanecido ligado, e embora as suas rotações tivessem diminuído gradualmente, o consumo não foi nulo, demonstrando assim, mais uma vez, a influência que o tipo de condução tem nos consumos deste veículo. O mesmo se verificou nos restantes perfis de velocidade. No entanto, a unidade de controlo electrónico do sistema híbrido, a ECU THS, aproveitou o facto do motor ainda se encontrar a trabalhar para o mesmo fazer deslocar o veículo e carregar as baterias com o excesso de binário, mostrando assim o papel preponderante que esta unidade de controlo tem em monitorizar todo o sistema. Este papel foi também notório nas fases de velocidade constante dos perfis de velocidade 90 km/h e 120 km/h para os tipos de condução suave e intermédia. A unidade de controlo electrónico avaliava continuamente a situação em que o veículo se deparava, de maneira a encontrar a melhor combinação entre o motor de combustão e o motor eléctrico MG2 para fornecer a potência ao veículo. Na fase final dos ensaios de desaceleração, o sistema desligava automaticamente o motor de combustão e a travagem regenerativa permitia carregar as baterias. Esta travagem regenerativa, na qual os motores eléctricos MG2 e MGR são convertidos em geradores, depende, também, do tipo de condução. Uma condução mais suave, leva a uma travagem suave fazendo com que a actuação da travagem hidráulica através dos travões de disco seja praticamente nula, resultando num aproveitamento quase total da energia cinética, que seria desperdiçada num veículo sem este sistema, para carregar as baterias de alta voltagem. No caso de uma condução mais agressiva, a travagem hidráulica é chamada a intervir com maior vigor para imobilizar o veículo em segurança, desperdiçando-se assim muita da energia cinética pela forma de calor, daí que se tenha registado valores de regeneração 241% inferiores comparativamente ao tipo de condução suave.

Os resultados obtidos na simulação de uma passagem por uma faixa “Via-Verde” permitem concluir que quando o veículo circula a 60 km/h, ou seja, no momento que está a atravessar a portagem, o motor de combustão esteve sempre desligado, pois o nível de carga necessário foi suportado pelo motor eléctrico MG2. Durante a travagem dos 120 km/h para os 60 km/h notou-se, tal como referido anteriormente, a influência do tipo de condução na travagem regenerativa e consequentemente no nível de carga da bateria, com a condução suave a registar uma regeneração de energia 121% superior relativamente à condução agressiva. O mesmo acontecendo para a fase de aceleração dos 60 km/h para os 120 km/h em que o tipo de condução afectou bastante não só os consumos de gasolina (a condução agressiva obteve valores 147% superiores em relação à condução agressiva), como também o valor de binário do motor MG2 e, naturalmente, a carga da bateria (que sofreu um decréscimo na condução agressiva 344% superior relativamente à condução suave). De salientar, ainda, que o motor MGR só funcionou durante a aceleração do tipo de condução agressiva, mostrando mais uma vez que este motor só funciona quando realmente é necessário.

Nos ensaios realizados para simular a circulação numa rotunda, verificou-se que o motor de combustão não trabalhou durante a circulação na mesma, entrando em funcionamento só na fase de aceleração após a rotunda ter sido circundada. É mais uma das vantagens deste tipo de propulsão nos meios urbanos. O motor eléctrico traseiro MGR não trabalhou durante a circulação na rotunda sem paragem pois o nível de potência requerido não o justificava e o veículo não chegou a ser imobilizado, daí que o dispêndio de energia tenha sido menor comparativamente a uma circulação com paragem.

Em todos os ensaios foi notória a participação e a influência que a unidade de controlo electrónica do sistema híbrido, a chamada ECU THS, tem em todo o sistema. Ao monitorizar constantemente todas as informações provenientes de outras unidades de controlo e dos mais variados sensores, a ECU THS ajustava constantemente a distribuição de potência entre o motor de combustão e os motores eléctricos e o fluxo de energia entre estes últimos e a bateria de alta voltagem. Além disto, actuou sempre que necessário, por medidas de segurança, nos mais diversos componentes para garantir o seu funcionamento correcto, tal como aconteceu em alguns ensaios dos perfis de velocidade 50 km/h, 120 km/h e simulação de uma faixa “Via-Verde” para o tipo de condução agressiva. Nestes casos, por eventual sobreaquecimento dos motores eléctricos ou da bateria, fruto dos consecutivos ensaios e do tipo de condução, a regeneração de energia não funcionou de maneira a evitar eventuais danos nestes componentes.

Todos estes factores levam a concluir que realmente esta tecnologia tem todos os argumentos para ser aplicada com maior número nos veículos do nosso dia-a-dia, pois permite uma redução no gasto de combustível, factor importante para reduzir a nossa factura energética e as emissões de GEE.

Fazendo a comparação entre a passagem por uma faixa “Via-Verde” e uma portagem convencional, concluiu-se que a portagem convencional obriga a um maior consumo de gasolina (cerca de 50% superior para uma condução agressiva). Em termos de energia eléctrica, o consumo na fase de aceleração depende do tipo de condução, e quanto maior for a fila presente na portagem convencional, maior vai ser o dispêndio de carga por parte da bateria.

Analisando o tipo de condução agressiva de todos os ensaios é possível concluir que este permite uma poupança de tempo comparativamente ao tipo de condução suave que ronda os 70%. No entanto, essa diferença é suplantada pelo aumento no consumo de gasolina que o tipo de condução mais agressiva tem comparativamente à condução suave o qual chega a atingir os 319%.

Em relação ao Toyota Prius analisado na Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica de 2008 [20] e cujos resultados encontram-se, igualmente, no artigo do Congresso Nacional sobre Alterações Climáticas [21], verifica-se que nos ensaios de pára-arranca curtos e longos o veículo Lexus RX 400h sofreu um menor decréscimo de carga da sua bateria. Tal facto deve-se à maior potência, capacidade e voltagem desta. Em relação aos perfis de velocidade, o veículo híbrido Lexus registou consumos superiores comparativamente ao Toyota Prius fruto da maior cilindrada do seu motor, bem como da sua maior potência e peso, chegando a atingir uma diferença percentual de 502%.



Devido à limitação de tempo e disponibilidade do veículo, não foi possível realizar alguns ensaios e ideias que complementaríamos mais este estudo. Algumas das ideias propostas para um possível trabalho futuro são as seguintes:

- Realizar as mesmas condições de ensaios com o veículo convencional a gasolina Lexus RX 350, que é um veículo semelhante ao veículo híbrido aqui em análise excepto no modo de propulsão, e comparar os resultados obtendo-se assim a influência que esta nova tecnologia tem quando adicionada a um veículo;
- De modo a analisar o nível de poluente emitidos pelo veículo, poderá ser utilizado um medidor portátil de emissões para fazer esses registos analisando, assim, mais concretamente o impacto ambiental deste sistema híbrido;
- Efectuar uma análise do ciclo de vida completo de um veículo deste tipo para avaliar o nível de emissões e o consumo energético fazendo uma comparação com veículos semelhantes de propulsão convencional;
- Outros ensaios poderão ser efectuados variando as condições dos mesmos comparativamente a este estudo, no que diz respeito à inclinação do terreno, ao número de pessoas e à quantidade de carga transportada, de maneira a analisar em como um terreno inclinado ou um carro com a lotação de 5 pessoas e com alguma carga pode influenciar o desempenho do sistema híbrido;
- Realizar testes com o ar condicionado e as luzes ligadas para analisar em que medida isto pode afectar os consumos do veículo híbrido. Além disso, poderá também ser estudada a influência da pressão dos pneus igualmente no consumo;
- Sujeitar o veículo a ensaios em diferentes alturas do ano para registar o impacto que a variação da temperatura ambiente tem no desempenho deste tipo de sistema híbrido;
- Por fim, realizar ensaios similares a veículos híbridos com sistemas iguais ou semelhantes ao do Lexus RX 400h para comparar os resultados obtidos, ou até fazer a comparação com os novos veículos puramente eléctricos que começam a surgir no mercado.

## 7 Referências

1. BP (2008), *“BP Statistical Review of World Energy”*, Junho 2008, 45 pp.
2. Direcção Geral de Energia e Geologia, DGGE, [www.dgeg.pt](http://www.dgeg.pt), consultado em Abril de 2009.
3. EU (2008), *“EU Energy and Transport in figures - Statistical Pocketbook 2007/2008”*, European Commission, Directorate-General for Energy and Transport, 212 pp.
4. APA (2008), *“REA 2007 Portugal - Relatório do Estado do Ambiente”*, Outubro 2008, Agência Portuguesa do Ambiente, 432 pp.
5. EU (2008), *“Energy, Transport and Environment Indicators – 2008 edition”*, Eurostat Pocketbooks, European Commission, 2008, 196 pp.
6. EU (2007), *“Livro Branco sobre a Política Europeia dos Transportes”*, Comissão Europeia dos Transportes, 124 pp.
7. E.Value, Lda. – Projectos e Estudos em Ambiente e Economia, Lda. (2006), *“PNAC 2006 Transportes – Avaliação do estado de cumprimento do Protocolo de Quioto”*, 46 pp.
8. Comissão Europeia (2008), *“Combater as alterações climáticas”*, Colecção *A Europa em movimento*, Direcção Geral da Comunicação, 24 pp.
9. EEA (2008), *“Greenhouse Gas emission trends and projections in Europe 2008 – Tracking progress towards Kyoto targets”*, European Environment Agency, EEA Report No 5/2008, 178 pp.
10. Revista Turbo, Setembro 2008.
11. APVE (2009), Associação Portuguesa do Veículo Eléctrico, [www.apve.pt](http://www.apve.pt), consultado em Abril de 2009.
12. Eficiência Energética (2009), [www.eficiencia-energetica.com](http://www.eficiencia-energetica.com), consultado em Abril de 2009.
13. Wishart, J., Zhou, Y., Dong, Z. (2008), *“Review of multi-regime hybrid vehicle powertrain architecture”*, International Journal of Electric and Hybrid Vehicles, 1(3), pp. 248-275.
14. Larminie, J., Lowry, J. (2003), *“Electric Vehicle Technology Explained”*, John Wiley & Sons, Ltd, 296 pp.
15. Ehsani, M., Emadi, A., Gao, Y., Gay, S. E. (2005), *“Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles – Fundamentals, Theory and Design”*, CRC Press, 385 pp.
16. UCSUSA (2009), Hybrid Center, [www.hybridcenter.org](http://www.hybridcenter.org), consultado em Abril de 2009.
17. Lexus (2008), *“Catálogo – A série RX da Lexus”*, 38 pp.

18. Lexus (2007), *“Lexus RX 400h Press Kit”*, 24 pp.
19. Ribeiro, C., Costa, H. (2008), *“Tecnologia Híbrida Lexus RX 400h – Formação Técnica”*, Toyota Caetano Portugal, Divisão Após-Venda Toyota/Departamento de Formação.
20. Bastos, L. (2008), *“Monitorização do Desempenho Energético e Ambiental de um Veículo Híbrido”*, Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica, Universidade de Aveiro.
21. Coelho, M. C., Bastos, L. (2008), *“Avaliação do Consumo Energético de Veículos Híbridos”*, Actas do 1º Congresso Nacional sobre Alterações Climáticas (Clima 2008), 29-30 Setembro, Universidade de Aveiro.
22. Fontaras, G., Pistikopoulos, P., Samaras, Z. (2008), *“Experimental evaluation of hybrid vehicle fuel economy and pollutant emissions over real-worlds simulation driving cycles”*, Atmospheric Environment, 42 (18), pp. 4023-4035.
23. Lipman, T.E., Delucchi, M.A. (2006), *“A retail and lifecycle cost analysis of hybrid electric vehicles”*, Transportation Research Part D: Transport and Environment, 11 (2), pp. 115-132.
24. Francfor, J., Karner, D. (2007), *“Hybrid and plug-in hybrid electric vehicle performance testing by the US Department of Energy – Advanced Vehicle Testing Activity”*, Journal of Power Sources, 174 (1), pp. 69-75.
25. United States Department of Energy (2009), Energy Efficiency and Renewable Energy, *“Fuel Economy”*, [www.fueleconomy.gov](http://www.fueleconomy.gov), consultado em Maio de 2009.
26. AFS Trinity Power Corporation (2006), *“Future Trends in Energy, Technology & Transportation”*, Discovery Institute – Cascadia TransTech Leadership Forum Series, Microsoft Conference Center, Redmond Washington.
27. Martins, J. (2006), *“Motores de Combustão Interna”*, Publindústria, 2ª Edição, 437 pp.
28. Denso Corporation (2008), *“Diagnosis Tester Intelligent Tester II – Operator’s Manual”*, 126 pp.
29. Coelho, M. C., Farias, T. L., Roupail, N. M. (2006), *“Effect of Roundabout Operations on Pollutant Emissions”*, Transportation Research Part D: Transport and Environment (Elsevier), 11 (5), pp. 333-343.
30. Coelho, M. C., Farias, T. L., Roupail, N. M. (2005) *“Measuring and Modeling Emissions Effects for Toll Facilities”*, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1941, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., pp. 136-144.

31. Coelho, M. C., Farias, T. L., Roupail, N. M. (2005), *“Impact of Speed Control Traffic Signals on Pollutant Emissions”*, Transportation Research Part D: Transport and Environment, 10 (4), pp. 323-340.
32. Coelho, M. C., Farias, T. L., Roupail, N. M. (2005), *“A Methodology for Modelling and Measuring Traffic and Emission Performance of Speed Control Traffic Signals”*, Atmospheric Environment, 39 (13), pp. 2367-2376, 2005.
33. Audi (2008), *“Catálogo gama Q7”*, [www.audi.pt](http://www.audi.pt), consultado em Maio de 2009, 109 pp.
34. BMW (2008), *“Catálogo gama X5”*, [www.bmw.pt](http://www.bmw.pt), consultado em Maio de 2009, 30 pp.
35. BMW (2008), *“Catálogo gama X6”*, [www.bmw.pt](http://www.bmw.pt), consultado em Maio de 2009, 31 pp.
36. Mercedes-Benz (2008), *“Catálogo gama ML”*, [www.mercedes-benz.pt](http://www.mercedes-benz.pt), consultado em Maio de 2009, 21 pp.
37. Porsche (2008), *“Catálogo gama Cayenne”*, [www.porsche.com/portugal](http://www.porsche.com/portugal), consultado em Maio de 2009, 193 pp.
38. Porsche (2009), *“Catálogo gama Cayenne Diesel”*, [www.porsche.com/portugal](http://www.porsche.com/portugal), consultado em Maio de 2009, 28 pp.
39. Land Rover (2008) *“Catálogo gama Range Rover Sport”*, [www.landrover.pt](http://www.landrover.pt), consultado em Maio de 2009, 68 pp.
40. Hyundai (2008), *“Equipamentos e Especificações Técnicas gama ix55”*, [www.entrepovh.pt](http://www.entrepovh.pt), consultado em Maio de 2009, 2 pp.
41. IMTT (2009), *“Guia de Economia de Combustível”*, [www.imtt.pt](http://www.imtt.pt), Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, I.P, consultado em Maio de 2009, 117 pp.



## **8 Anexos**

## **8.1 Anexo A**

Neste anexo encontram-se os gráficos representativos da variação de binário dos três motores geradores ao longo do tempo, bem como da rotação do motor de combustão interna e da variação do estado de carga da bateria ao longo do tempo.

Pára-arranca Curto

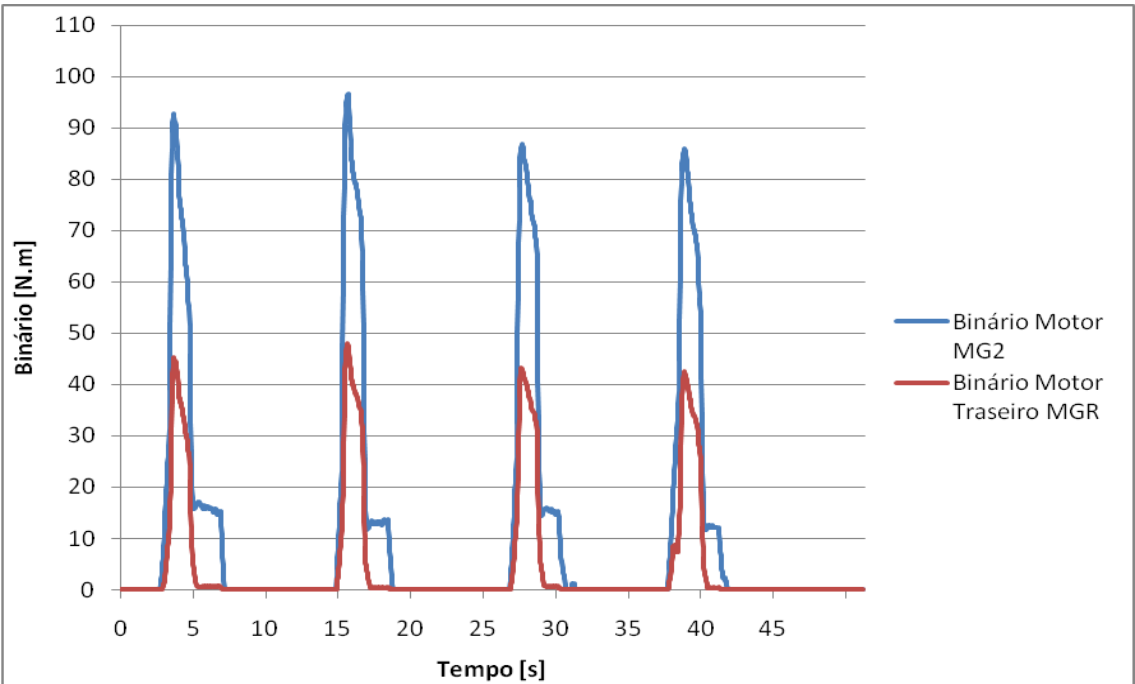


Figura A - 1: Variação dos binários de MG2 e MGR nos ensaios de pára-arranca curto.

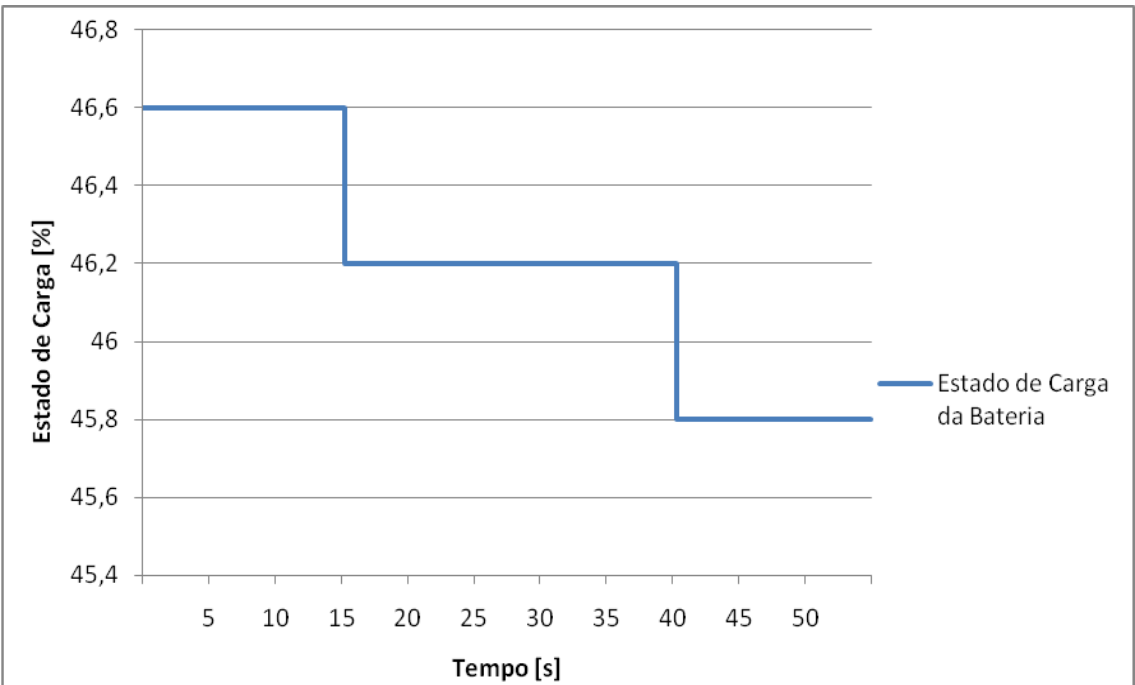


Figura A - 2: Variação do estado de carga da bateria nos ensaios de pára-arranca curto



Pára-arranca Longo

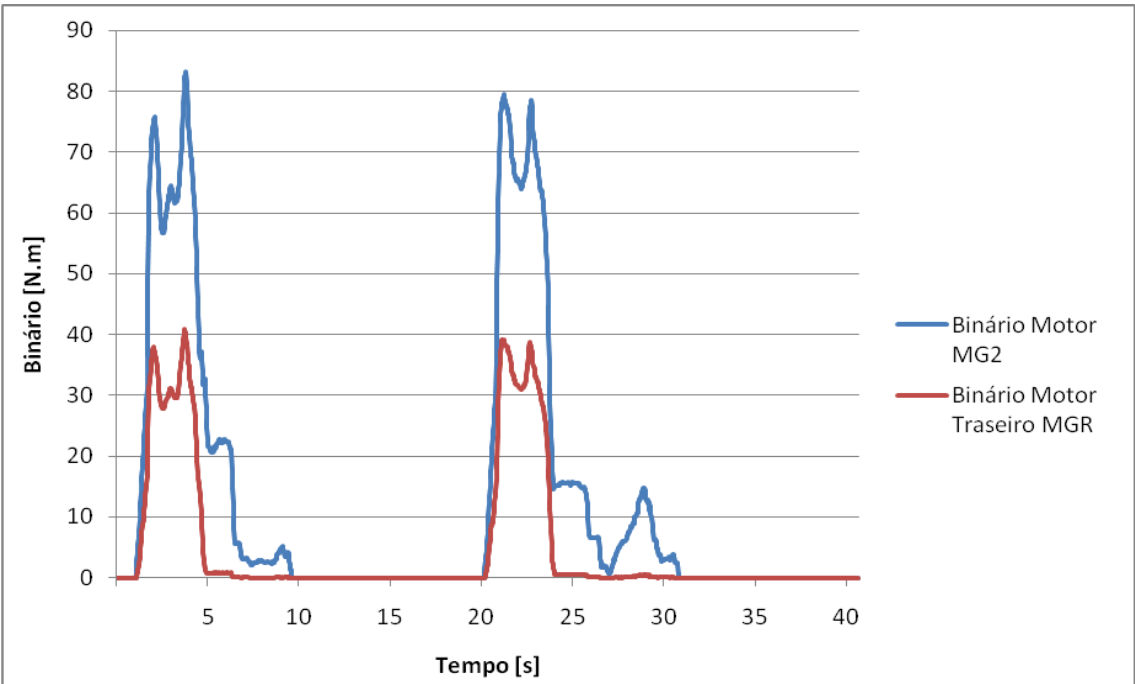


Figura A - 3: Variação dos binários MG2 e MGR nos ensaios de pára-arranca longo.

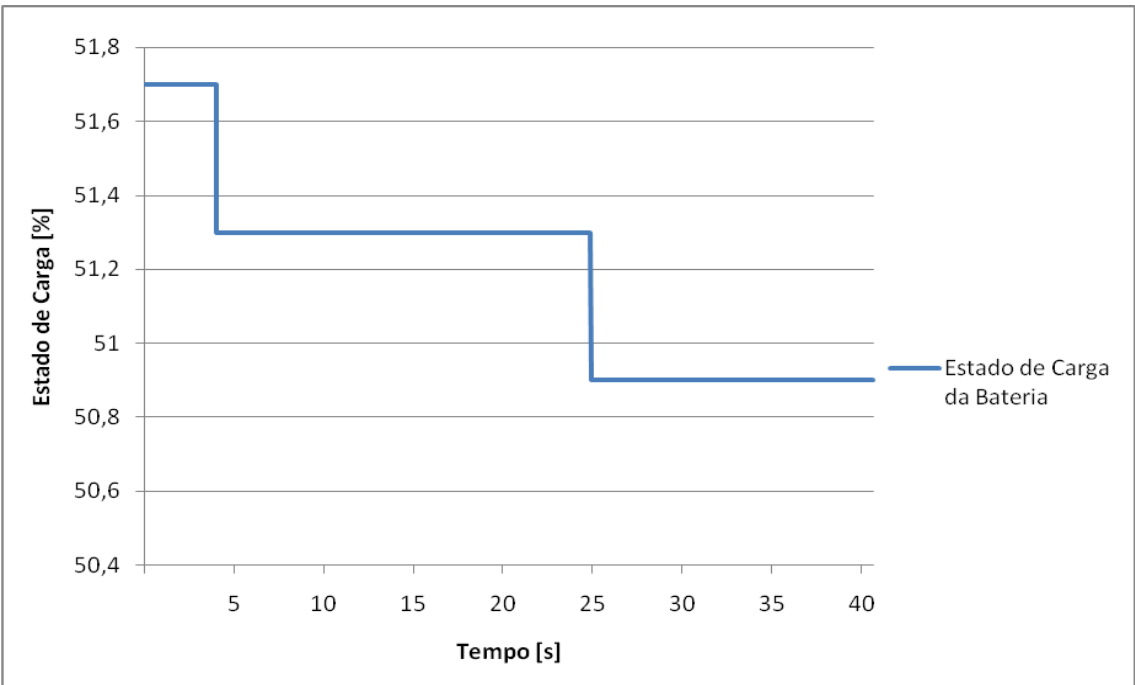


Figura A - 4: Variação do estado de carga da bateria nos ensaios de pára-arranca longo.

Perfil de velocidade 50 km/h

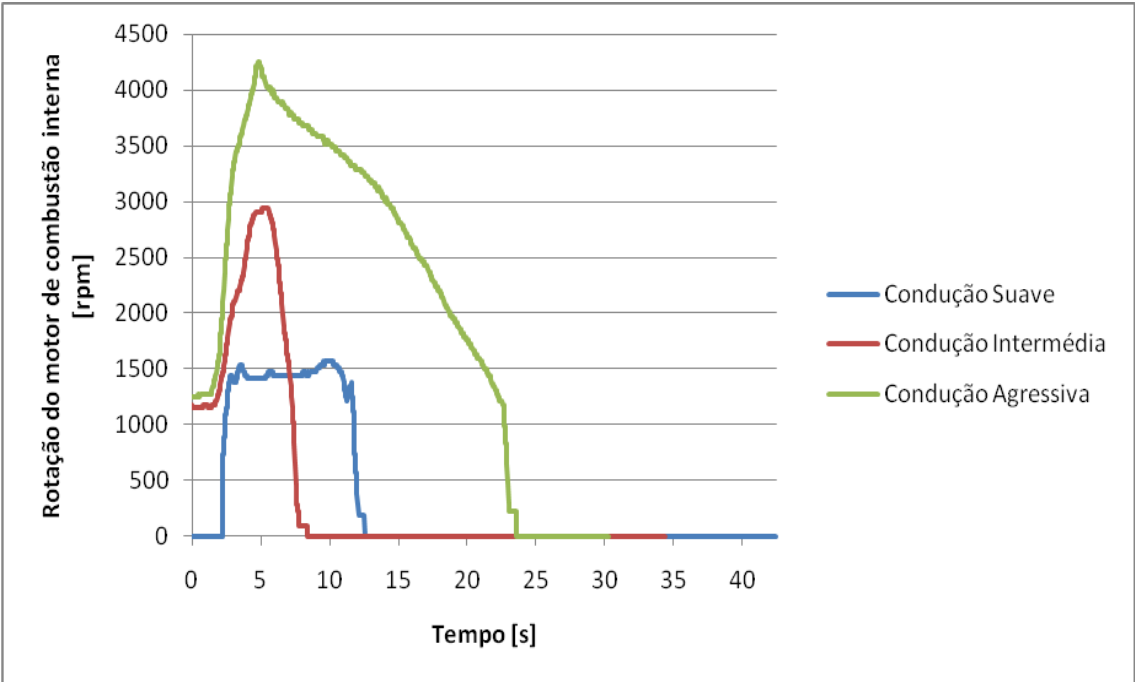


Figura A - 5: Rotações do motor de combustão interna no perfil de 50 km/h para os diferentes tipos de condução.

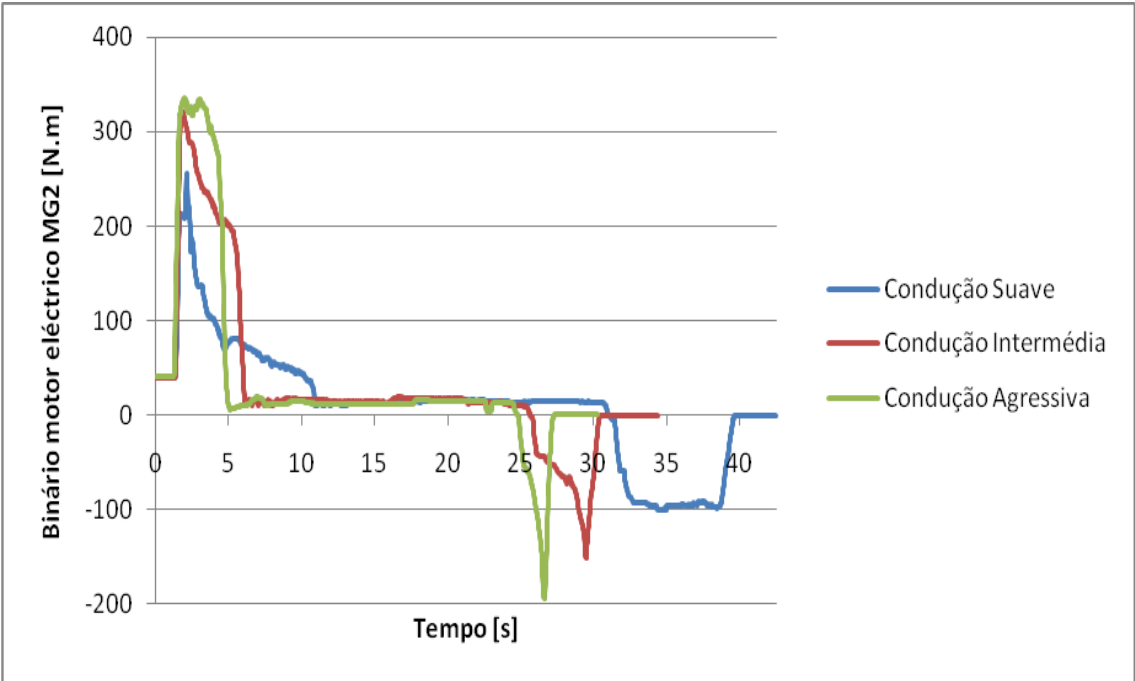
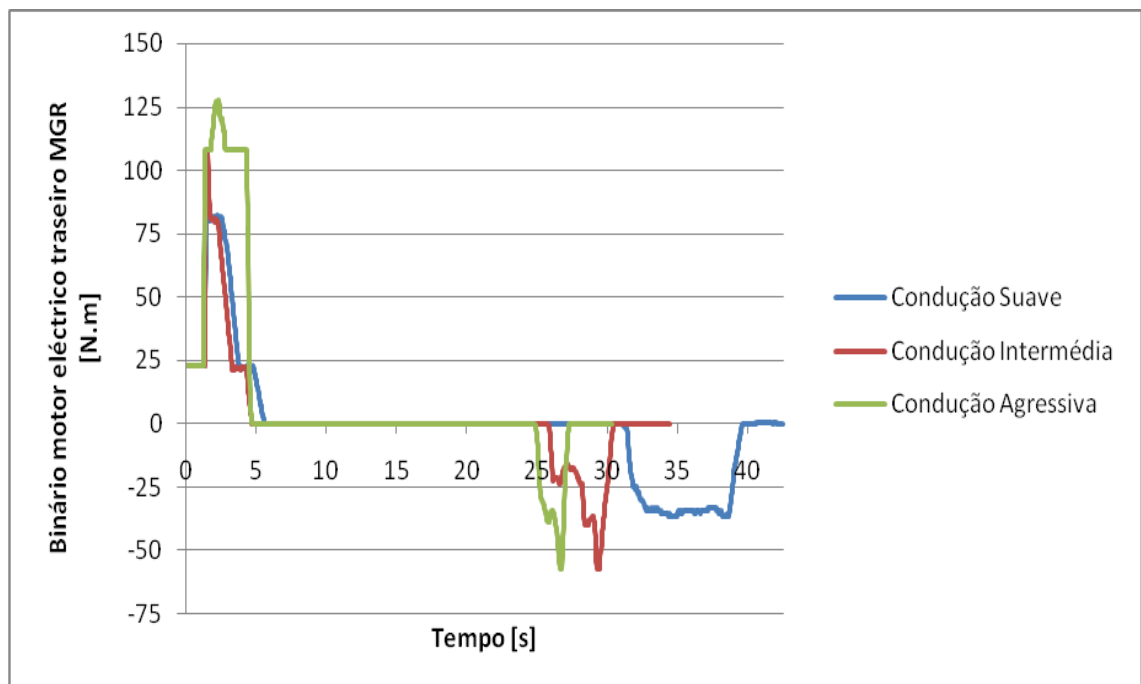
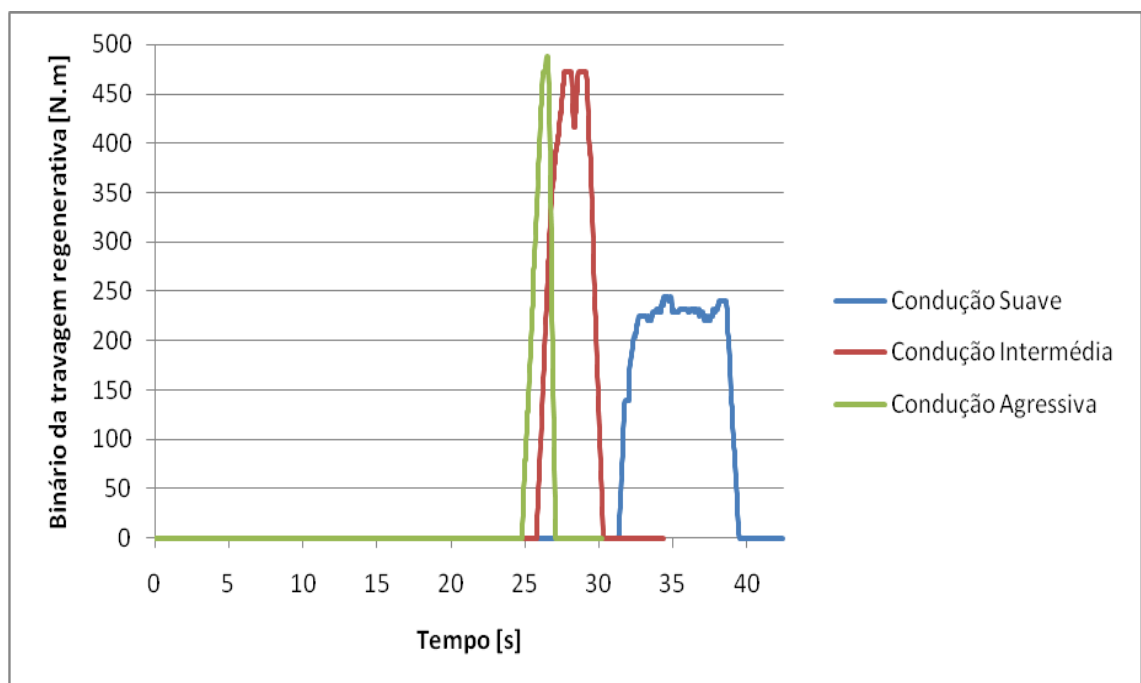


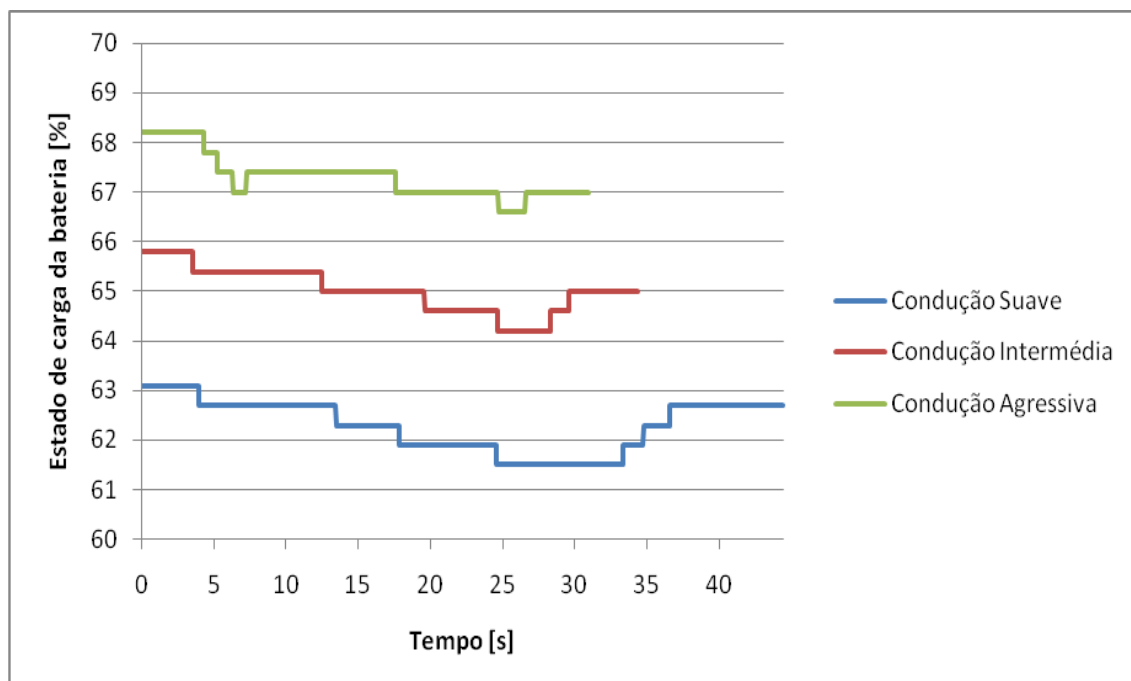
Figura A - 6: Binário do motor eléctrico MG2 no perfil de 50 km/h para os diferentes tipos de condução.



**Figura A - 7:** Binário do motor eléctrico traseiro MGR no perfil de 50 km/h para os diferentes tipos de condução.

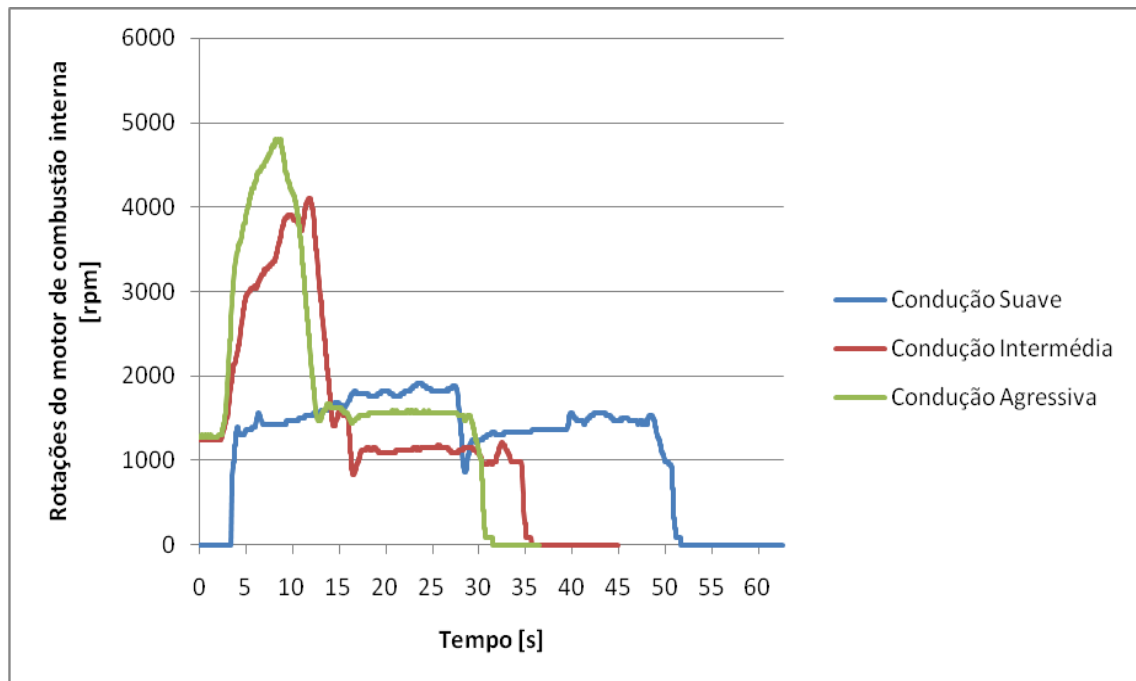


**Figura A - 8:** Binário da travagem regenerativa no perfil de 50 km/h para os diferentes tipos de condução.

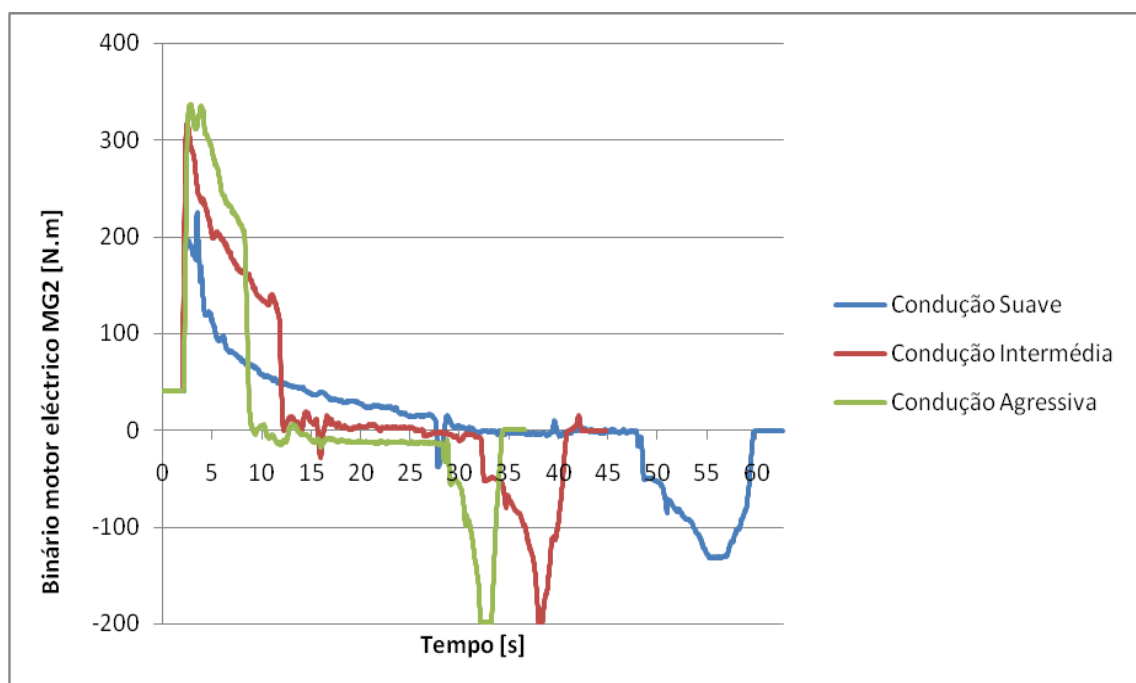


**Figura A - 9:** Variação do estado de carga da bateria no perfil de velocidade 50 km/h para os diferentes tipos de condução.

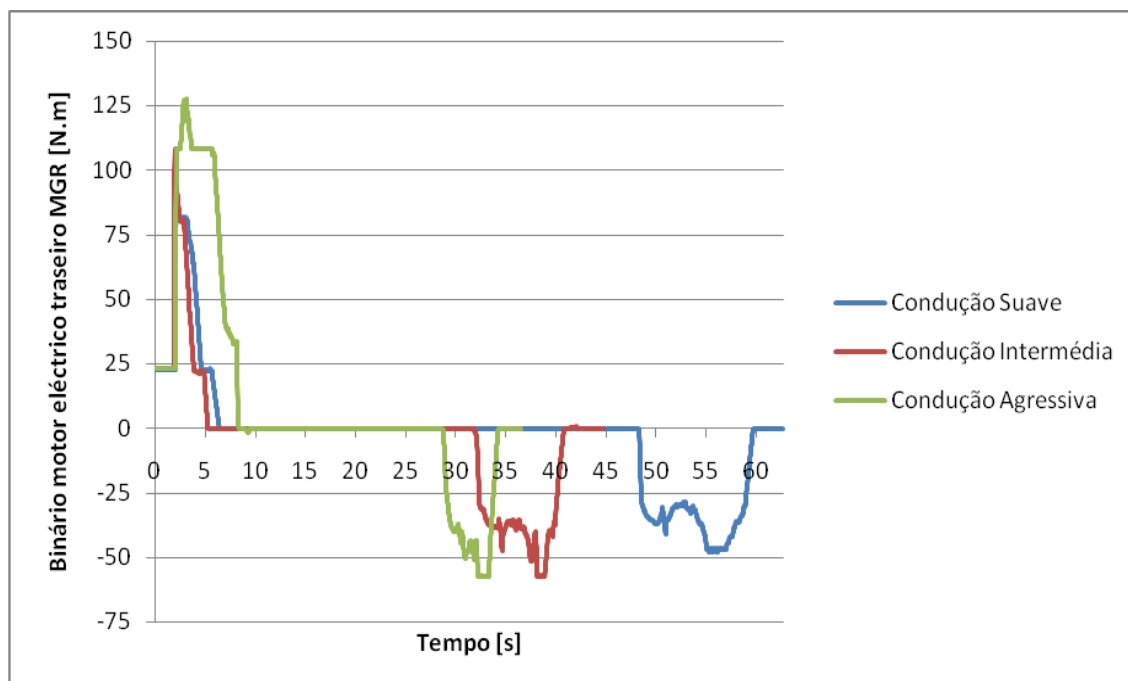
## Perfil de velocidade 90 km/h



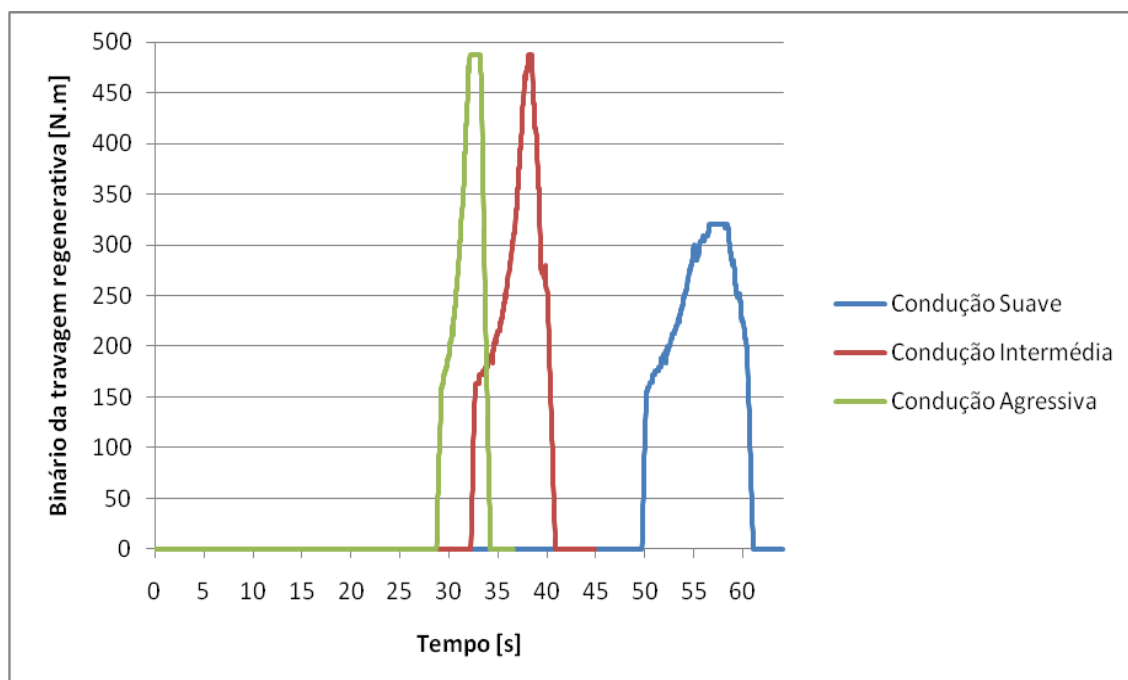
**Figura A - 10:** Rotações do motor de combustão interna no perfil de 90 km/h para os diferentes tipos de condução.



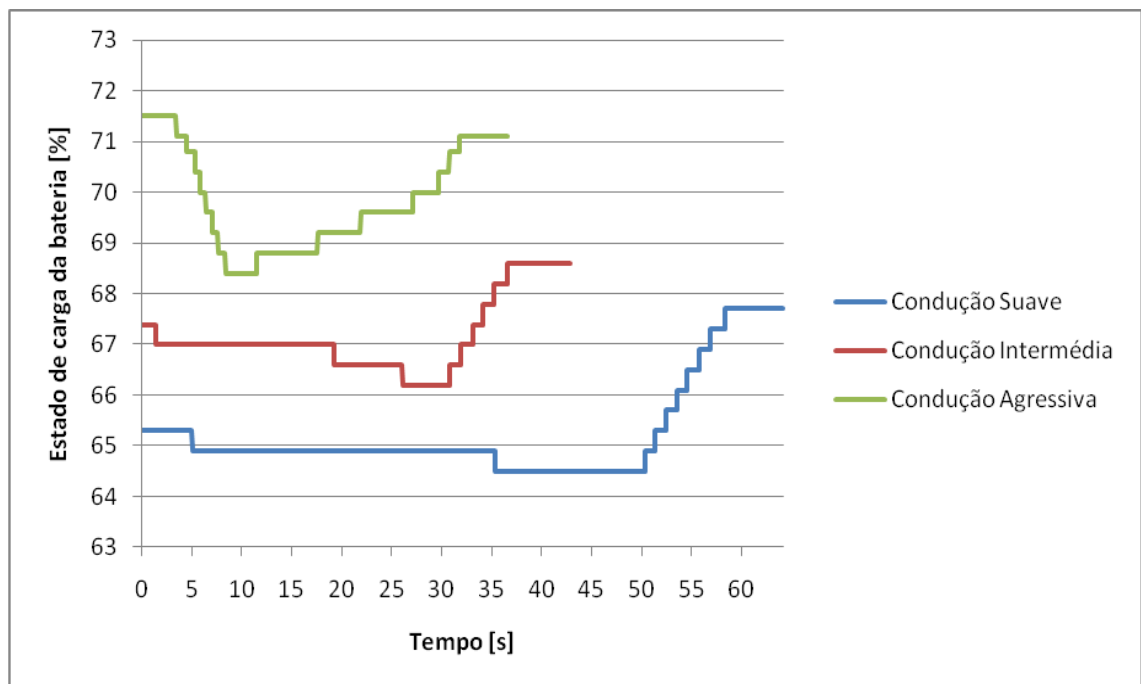
**Figura A - 11:** Binário do motor eléctrico MG2 no perfil de velocidade 90 km/h para os diferentes tipos de condução.



**Figura A - 12:** Binário do motor eléctrico traseiro MGR no perfil de velocidade 90 km/h para os diferentes tipos de condução.

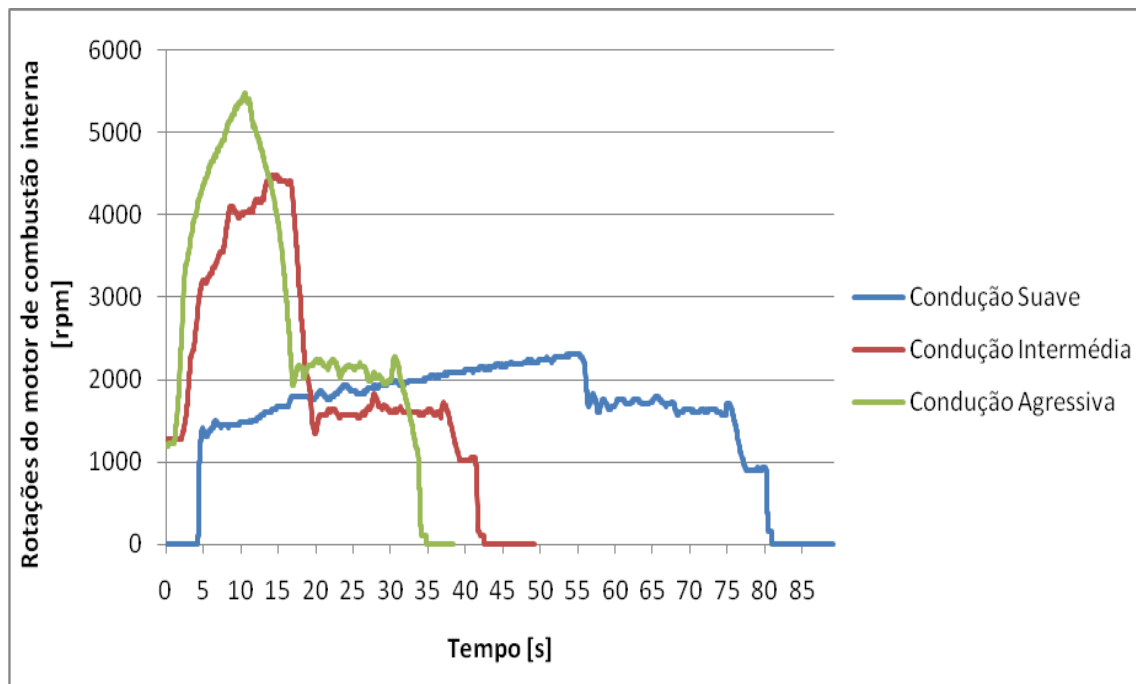


**Figura A - 13:** Binário da travagem regenerativa no perfil de velocidade 90 km/h para os diferentes tipos de condução.

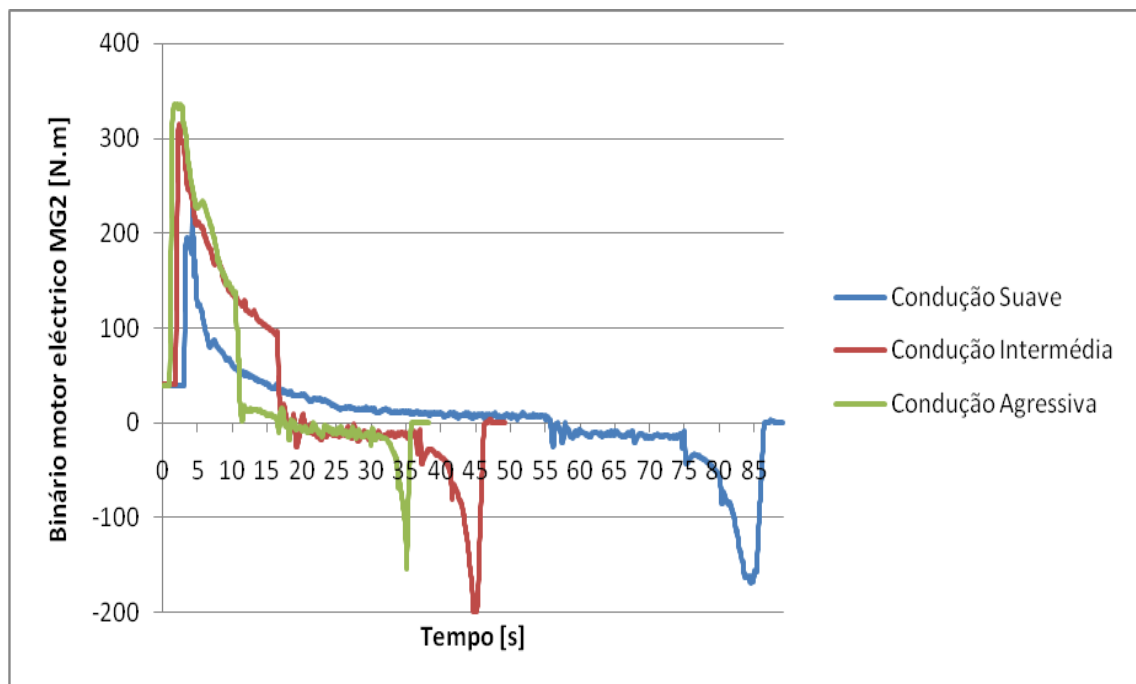


**Figura A - 14:** Variação do estado de carga da bateria no perfil de velocidade 90 km/h para os diferentes tipos de condução.

## Perfil de velocidade 120 km/h

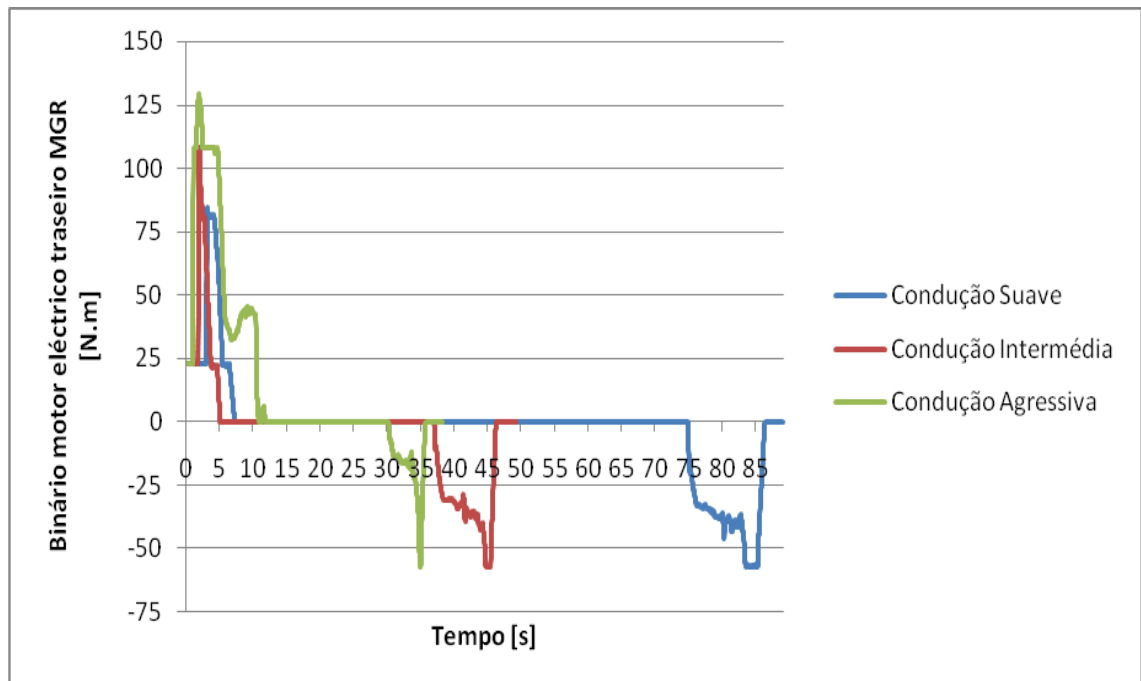


**Figura A - 15:** Rotações do motor de combustão interna no perfil de velocidade 120 km/h para os diferentes tipos de condução.

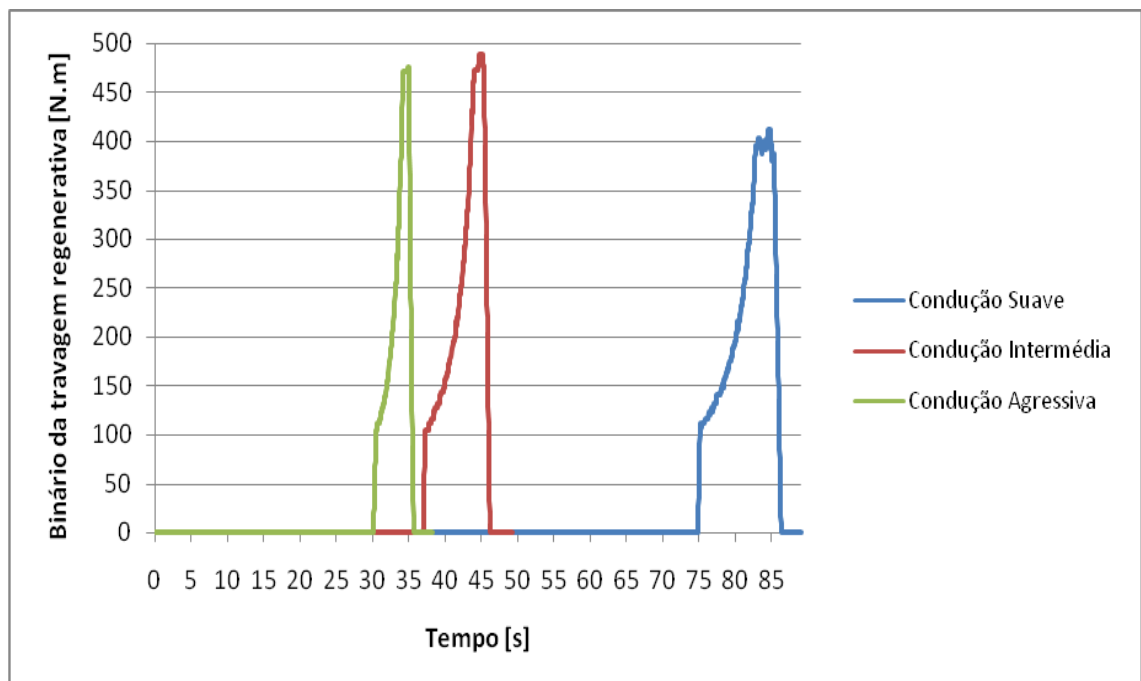


**Figura A - 16:** Binário do motor eléctrico MG2 no perfil de velocidade 120 km/h para os diferentes tipos de condução.

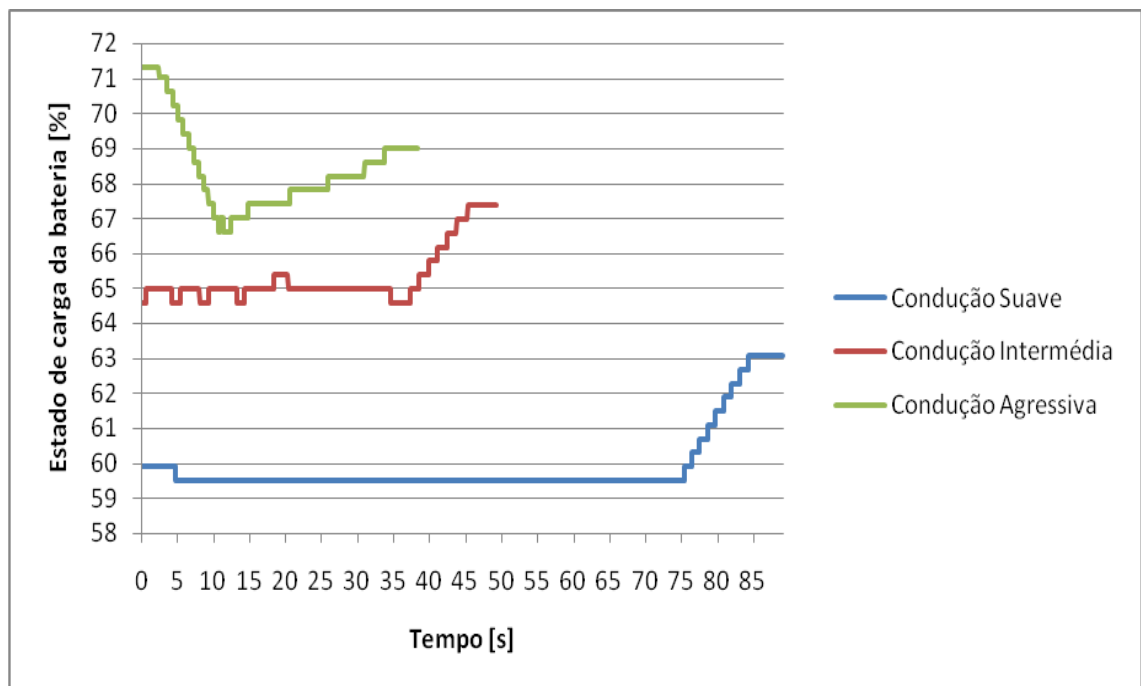




**Figura A - 17:** Binário do motor eléctrico traseiro MGR no perfil de velocidade 120 km/h para os diferentes tipos de condução.

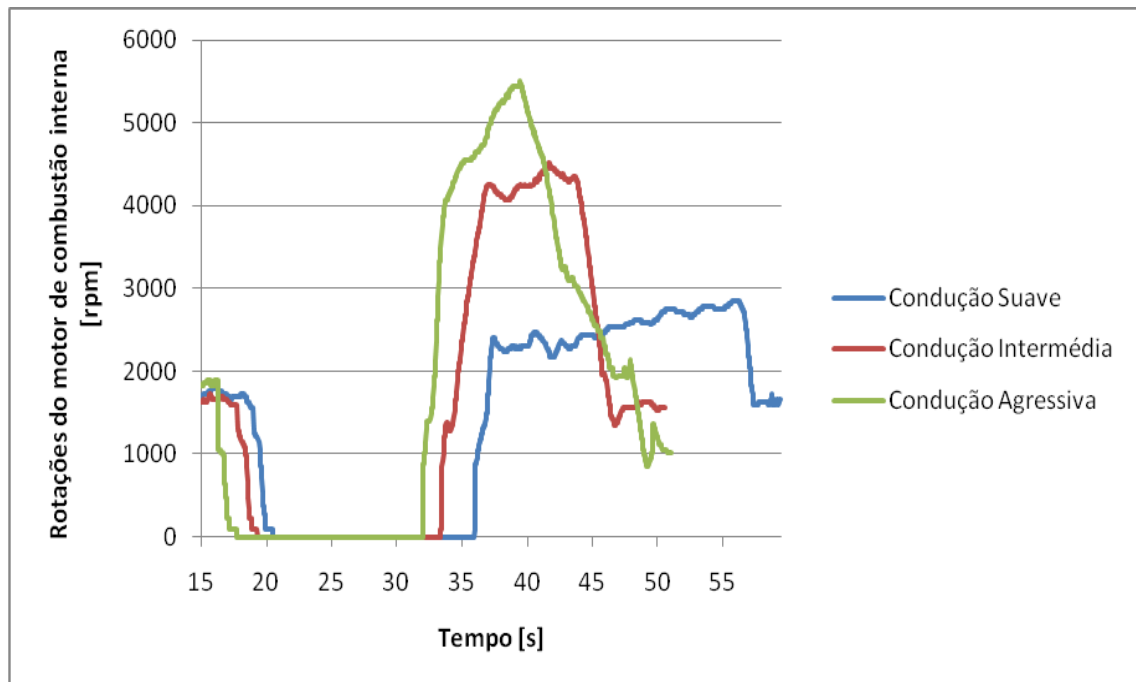


**Figura A - 18:** Binário da travagem regenerativa no perfil de velocidade 120 km/h para os diferentes tipos de condução.

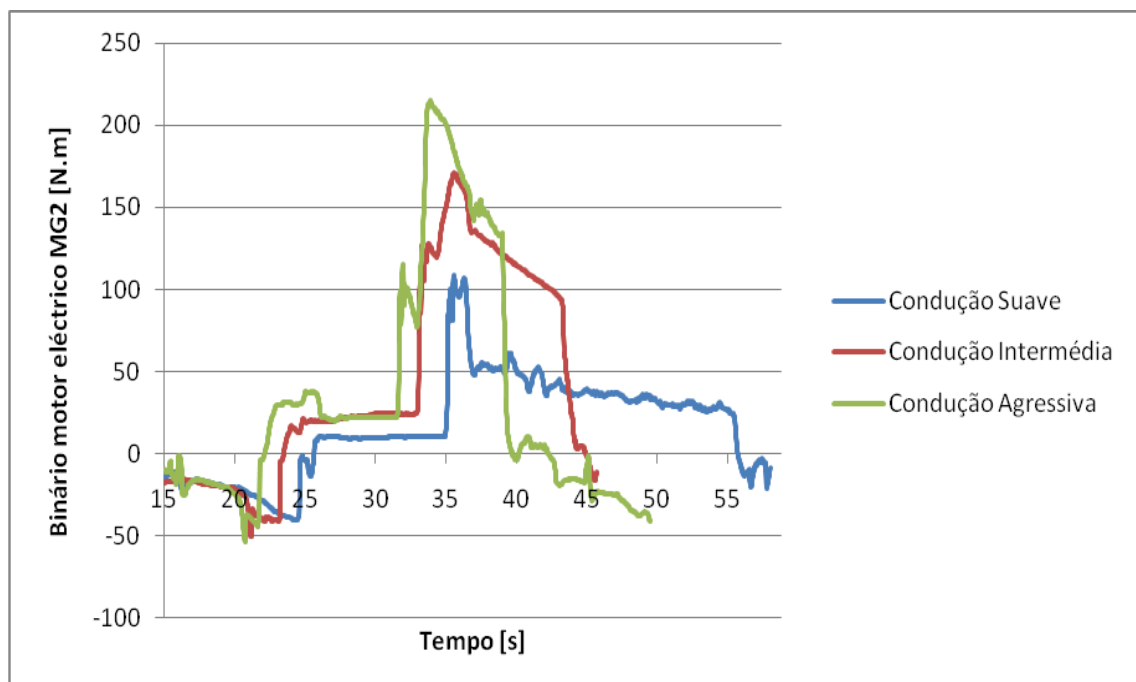


**Figura A - 19:** Variação do estado de carga da bateria no perfil de velocidade 120 km/h para os diferentes tipos de condução.

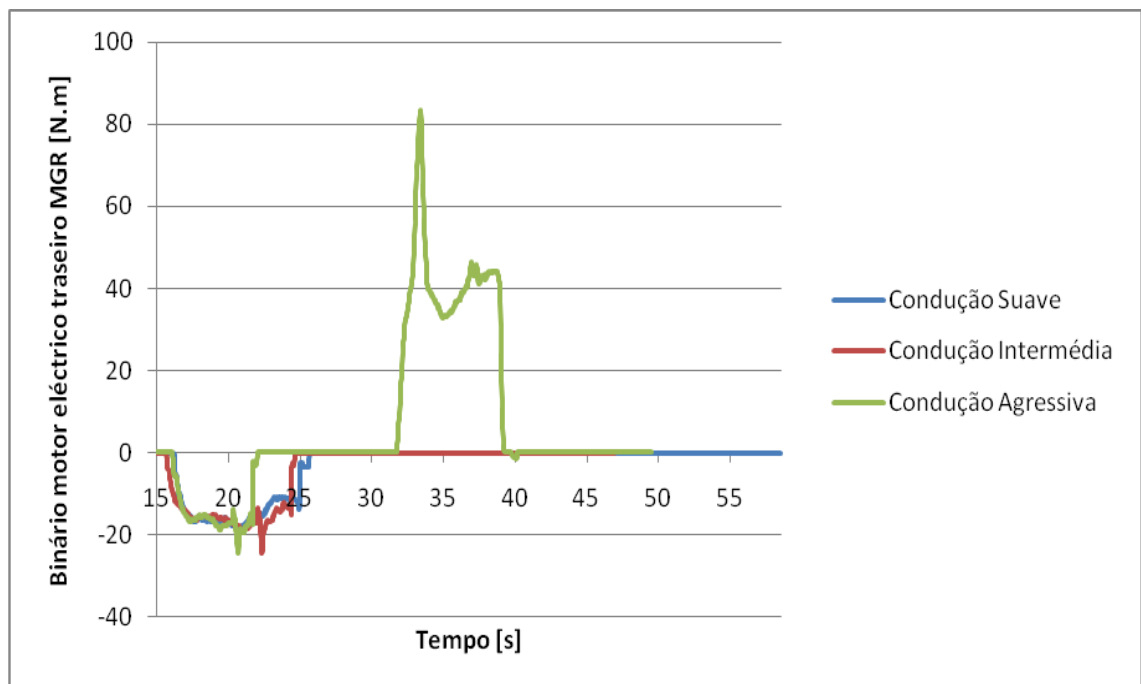
## Simulação Faixa "Via-Verde"



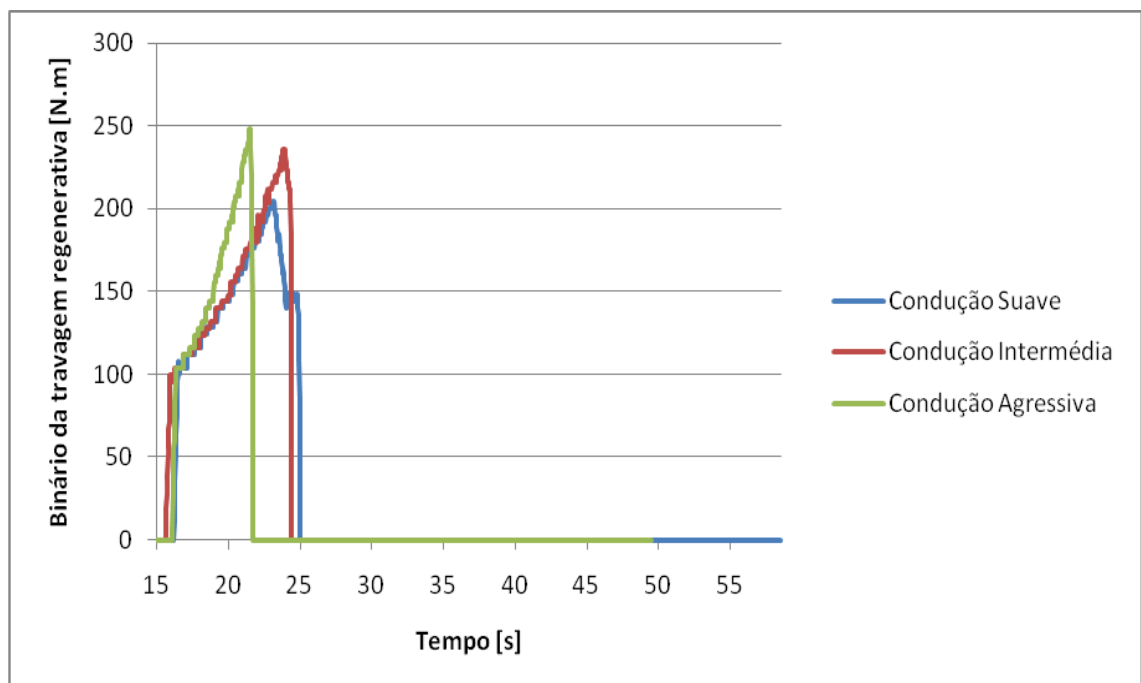
**Figura A - 20:** Rotações do motor de combustão interna na simulação de uma faixa "Via-Verde" para os diferentes tipos de condução.



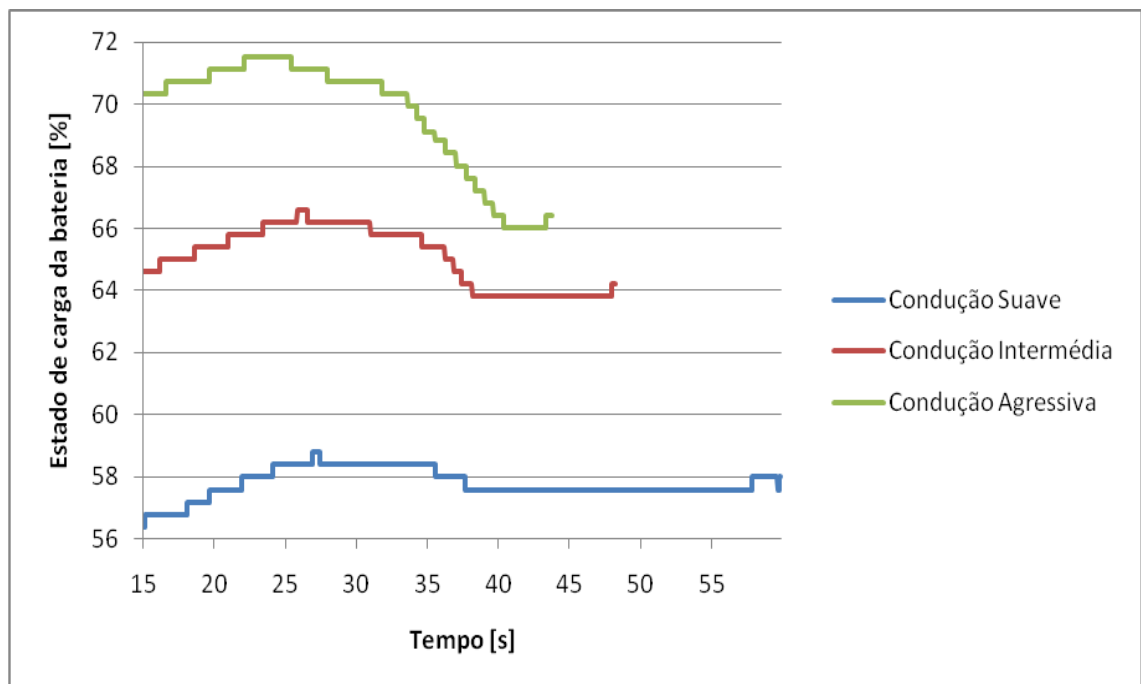
**Figura A - 21:** Binário do motor eléctrico MG2 na simulação de uma faixa "Via-Verde" para os diferentes tipos de condução.



**Figura A - 22:** Binário do motor eléctrico traseiro MGR na simulação de uma faixa "Via-Verde" para os diferentes tipos de condução.

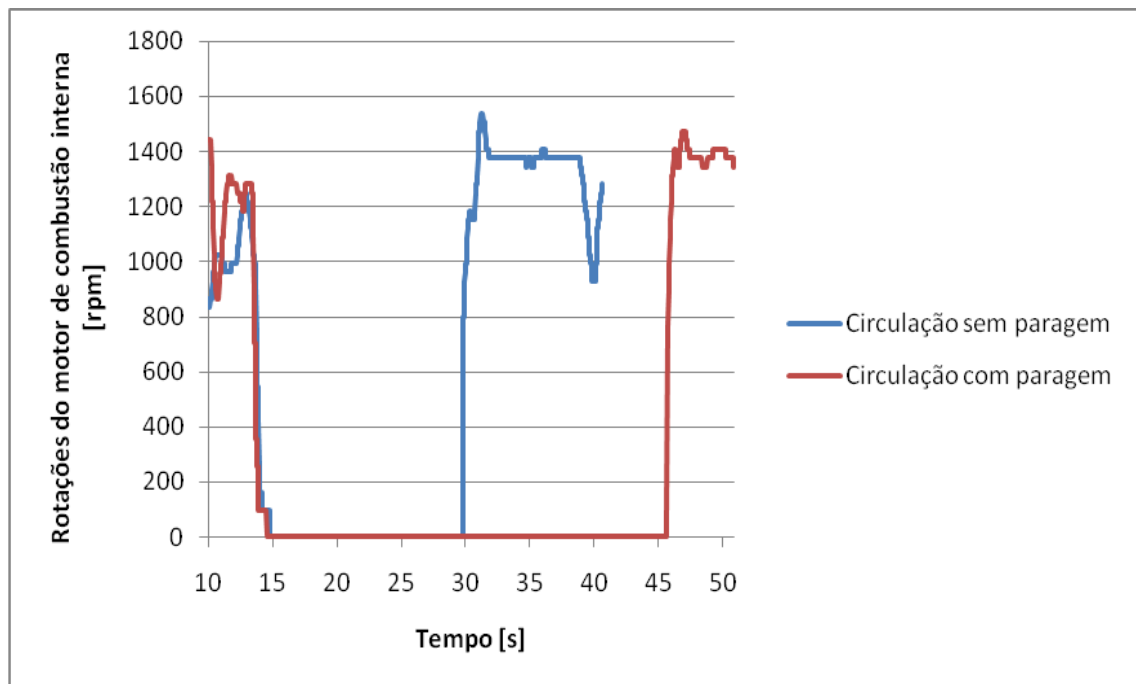


**Figura A - 23:** Binário da travagem regenerativa na simulação de uma faixa "Via-Verde" para os diferentes tipos de condução.

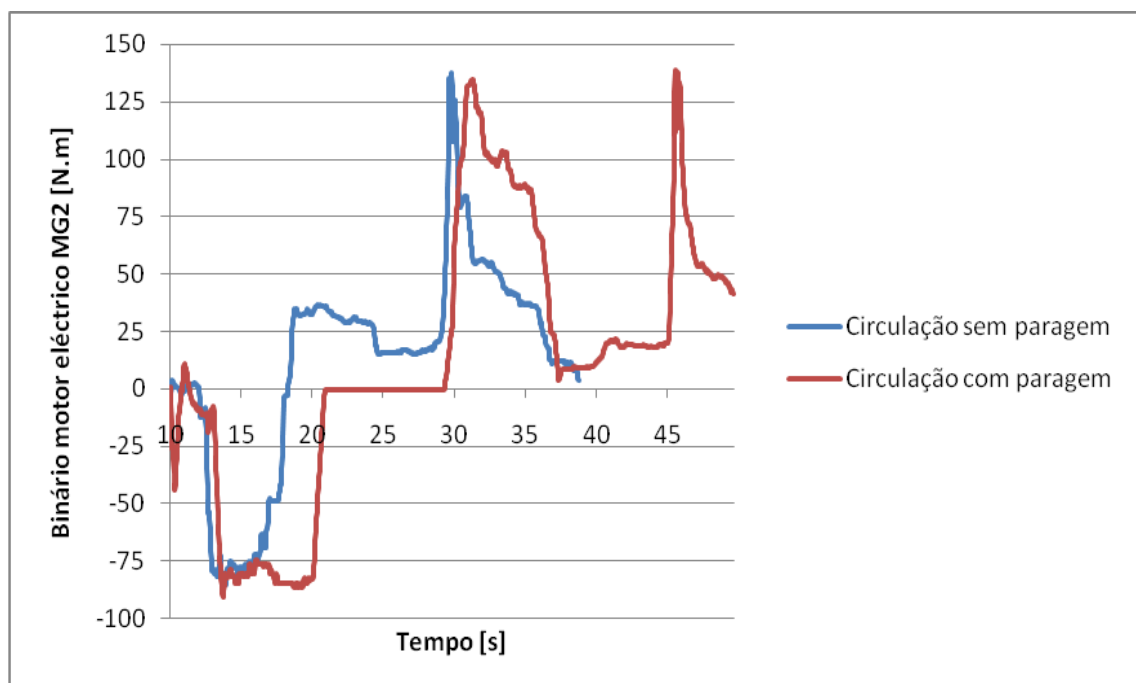


**Figura A - 24:** Variação do estado de carga da bateria na simulação de uma faixa "Via-Verde" para os diferentes tipos de condução.

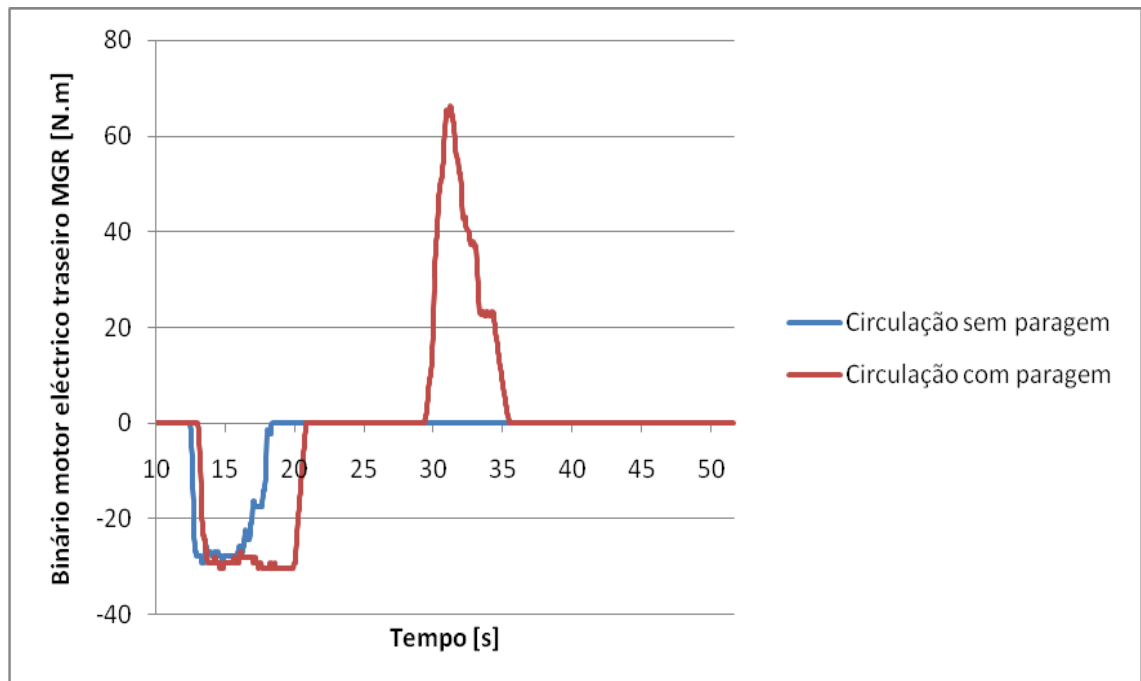
## Rotunda



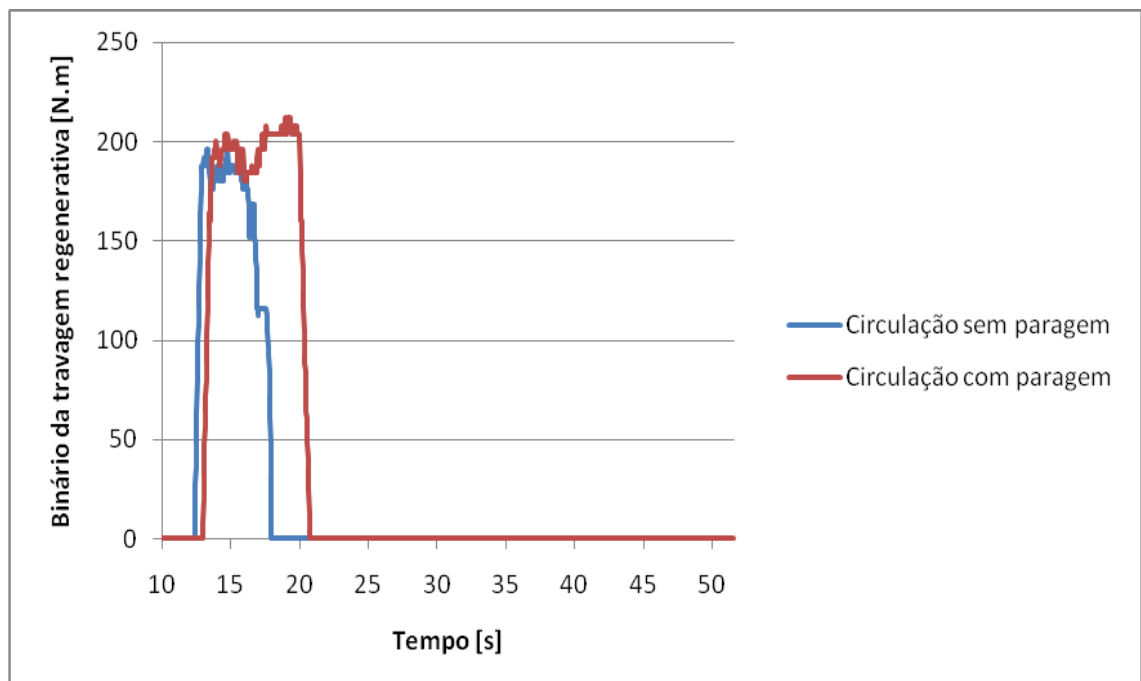
**Figura A - 25:** Rotações do motor de combustão interna na circulação de uma rotunda com e sem paragem.



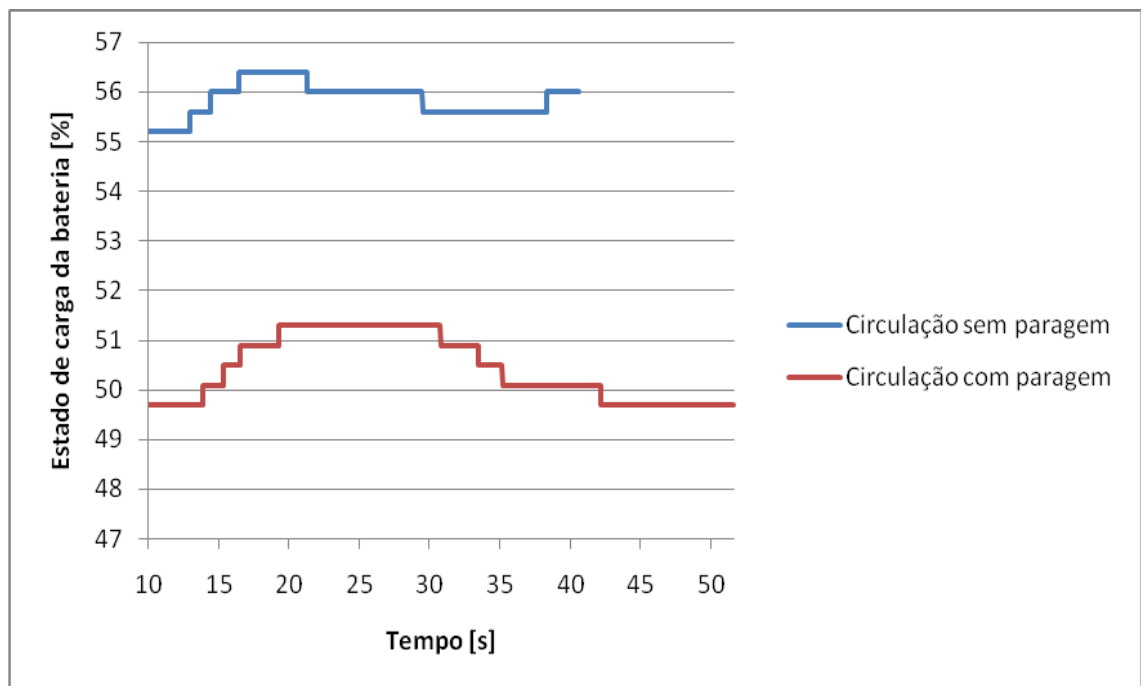
**Figura A - 26:** Binário do motor eléctrico MG2 na circulação de uma rotunda com e sem paragem.



**Figura A - 27:** Binário do motor eléctrico traseiro MGR na circulação de uma rotunda com e sem paragem.



**Figura A - 28:** Binário da travagem regenerativa na circulação de uma rotunda com e sem paragem.



**Figura A - 29:** Variação do estado de carga da bateria na circulação de uma rotunda com e sem paragem.



## **8.2 Anexo B**

Este anexo contém os resultados referentes aos diversos parâmetros tidos em conta na análise de resultados deste trabalho.

**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
 Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 10 / 02 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** OVAR - Zona Residencial

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

**Pára-arranca** ☒

**Simulação Rotunda** ☐

**Perfis de Velocidade** ☐

- Curto ☒
- Longo ☐

- Sem Paragem ☐
- Com Paragem ☐

- 0 ↔ 50 km/h ☐
- 0 ↔ 90 km/h ☐
- 0 ↔ 120 km/h ☐
- 120 ↔ 60 km/h ☐
- Condução Suave ☐
- Condução Intermédia ☐
- Condução Agressiva ☐

**RESULTADOS**

Ensaio	Carga Aceleração Máxima [%]	Velocidade Máxima [km/h]	Tensão Máxima [V]	Intensidade Corrente Máxima [A]	Variação Média SOC bateria [%]	Variação da Energia na Bateria [kWh]
# 1	7,4	5	326	10	-0,1	-0,1872
# 2	6,2	5	320	10	-0,2	-0,3744
# 3	10,5	5	314	14	-0,2	-0,3744
# 4	9,4	5	306	12	-0,175	-0,3276
# 5	12,5	5	334	16	-0,2	-0,3744
# 6	13,7	5	338	18	-0,1	-0,1872
# 7	14,5	5	332	16	-0,1	-0,1872
# 8	12,5	5	330	16	-0,2	-0,3744
# 9	12,9	5	328	16	-0,175	-0,3276
# 10	12,5	5	326	16	-0,2	-0,3744
# 11	12,5	5	324	18	-0,2	-0,3744
# 12	13,7	5	322	18	-0,1	-0,1872
# 13	14,8	6	310	20	-0,2	-0,3744
# 14	12,9	6	320	20	-0,1	-0,1872
# 15	14,1	5	308	16	-0,175	-0,3276
# 16	12,9	5	332	16	-0,1	-0,1872
# 17	12,5	5	304	16	-0,2	-0,3744
# 18	12,5	5	302	18	-0,4	-0,7488
# 19	12,5	5	322	16	-0,2	-0,3744
# 20	12,1	5	320	12	-0,1	-0,1872
# 21	13,3	5	326	16	-0,075	-0,1404
# 22	12,5	5	318	14	-0,2	-0,3744
# 23	14,1	5	314	18	-0,175	-0,3276
# 24	13,7	5	310	16	-0,2	-0,3744
# 25	14,8	5	308	20	-0,2	-0,3744
<b>Média</b>	<b>12,44</b>	<b>5,08</b>	<b>319,76</b>	<b>15,92</b>	<b>-0,171</b>	<b>-0,320112</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>2,086863675</b>	<b>0,276887462</b>	<b>10,08827703</b>	<b>2,737395356</b>	<b>0,066801946</b>	<b>0,125053243</b>
<b>Erro</b>	<b>0,712872632</b>	<b>0,094584757</b>	<b>3,446155432</b>	<b>0,935094254</b>	<b>0,022819545</b>	<b>0,042718188</b>
<b>Percentagem Erro</b>	<b>5,73%</b>	<b>1,86%</b>	<b>1,08%</b>	<b>5,87%</b>	<b>13,34%</b>	<b>13,34%</b>

O Aluno,

A Orientadora,

**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
 Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 11 / 02 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** OVAR - Zona Residencial

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

**Pára-arranca** ☒

**Simulação Rotunda** ☐

**Perfis de Velocidade** ☐

- Curto ☐
- Longo ☒

- Sem Paragem ☐
- Com Paragem ☐

- 0 ↔ 50 km/h ☐
- 0 ↔ 90 km/h ☐
- 0 ↔ 120 km/h ☐
- 120 ↔ 60 km/h ☐
- Condução Suave ☐
- Condução Intermédia ☐
- Condução Agressiva ☐

**RESULTADOS**

Ensaio	Carga Aceleração Máxima [%]	Velocidade Máxima [km/h]	Tensão Máxima [V]	Intensidade Corrente Máxima [A]	Variação Média SOC bateria [%]	Variação da Energia na Bateria [kWh]
# 1	13,7	8	310	24	-0,4	-0,7488
# 2	13,3	8	314	22	-0,4	-0,7488
# 3	12,5	8	334	22	-0,2	-0,3744
# 4	12,1	8	324	20	-0,4	-0,7488
# 5	11,3	8	320	20	-0,4	-0,7488
# 6	14,1	7	316	24	-0,4	-0,7488
# 7	13,3	8	312	20	-0,4	-0,7488
# 8	13,7	8	308	22	-0,2	-0,3744
# 9	14,8	8	306	24	-0,4	-0,7488
# 10	12,1	8	302	20	-0,4	-0,7488
# 11	12,5	8	340	22	-0,2	-0,3744
# 12	12,1	8	336	20	-0,2	-0,3744
# 13	13,3	8	334	22	-0,2	-0,3744
# 14	14,5	8	330	24	-0,2	-0,3744
# 15	14,5	8	328	22	-0,35	-0,6552
# 16	17,6	8	326	26	-0,4	-0,7488
# 17	14,1	7	324	20	-0,2	-0,3744
# 18	12,9	8	320	22	-0,4	-0,7488
# 19	13,7	8	318	24	-0,2	-0,3744
# 20	14,1	8	316	22	-0,2	-0,3744
# 21	14,5	8	312	22	-0,4	-0,7488
# 22	11,7	8	308	20	-0,35	-0,6552
# 23	12,5	8	304	22	-0,4	-0,7488
# 24	16	8	332	24	-0,4	-0,7488
# 25	12,1	8	322	18	-0,4	-0,7488
<b>Média</b>	<b>13,48</b>	<b>7,92</b>	<b>319,84</b>	<b>21,92</b>	<b>-0,324</b>	<b>-0,606528</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>1,419213397</b>	<b>0,276887462</b>	<b>10,78455686</b>	<b>1,869046103</b>	<b>0,09587318</b>	<b>0,179474593</b>
<b>Erro</b>	<b>0,484803296</b>	<b>0,094584757</b>	<b>3,684004623</b>	<b>0,638466149</b>	<b>0,032750278</b>	<b>0,061308521</b>
<b>Percentagem Erro</b>	<b>3,60%</b>	<b>1,19%</b>	<b>1,15%</b>	<b>2,91%</b>	<b>10,11%</b>	<b>10,11%</b>

O Aluno,

A Orientadora,

**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 12 / 02 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** OVAR - Zona Residencial

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

**Pára-arranca** ☐

**Simulação Rotunda** ☐

**Perfis de Velocidade** ☒

- Curto ☐  
• Longo ☐

- Sem Paragem ☐  
• Com Paragem ☐

- 0 ↔ 50 km/h ☒  
• 0 ↔ 90 km/h ☐  
• 0 ↔ 120 km/h ☐  
• 120 ↔ 60 km/h ☐

- Condução Suave ☒  
• Condução Intermédia ☐  
• Condução Agressiva ☐

**RESULTADOS**

Ensaio	Tensão Máxima [V]	Intensidade Corrente Máxima [A]		Variação Média SOC Bateria [%]	Variação da Energia da Bateria [kWh]	Carga Acelerador [%]												
# 1	360	144		Aceleração														
# 2	358	136		Média	-0,16	-0,29952	24,79057044											
# 3	342	126		D. Padrão	0,230940108	0,432319882	1,2169958											
# 4	344	142		# Elementos	25	25	8993											
# 5	334	140		Erro	0,079674337	0,149150359	0,021110702											
# 6	334	138		Percent. Erro	49,80%	49,80%	0,09%											
# 7	344	140		Constante														
# 8	344	134	Média	-1,332	-2,493504	9,091576402												
# 9	342	132	D. Padrão	0,46522396	0,870899254	1,902588337												
# 10	336	136	# Elementos	25	25	19849												
# 11	342	132	Erro	0,160502266	0,300460243	0,022214749												
# 12	340	144	Percent. Erro	12,05%	12,05%	0,24%												
# 13	336	126		Travagem														
# 14	338	132	Média	1,272	2,381184	0												
# 15	348	126	D. Padrão	0,262233992	0,490902033	0												
# 16	340	130	# Elementos	25	25	0												
# 17	350	138	Erro	0,090470727	0,169361202	0												
# 18	348	136	Percent. Erro	7,11%	7,11%	0,00%												
# 19	344	142	<table><tr><th></th><th>Velocidade Veículo [km/h]</th></tr><tr><td>Média</td><td>45,3652577</td></tr><tr><td>D. Padrão</td><td>1,218638871</td></tr><tr><td># Elementos</td><td>19849</td></tr><tr><td>Erro</td><td>0,014228909</td></tr><tr><td>Percent. Erro</td><td>0,03%</td></tr></table>					Velocidade Veículo [km/h]	Média	45,3652577	D. Padrão	1,218638871	# Elementos	19849	Erro	0,014228909	Percent. Erro	0,03%
	Velocidade Veículo [km/h]																	
Média	45,3652577																	
D. Padrão	1,218638871																	
# Elementos	19849																	
Erro	0,014228909																	
Percent. Erro	0,03%																	
# 20	352	144																
# 21	352	140																
# 22	348	146																
# 23	338	144																
# 24	354	140																
# 25	342	154																
Média	344,4	137,68																
Desvio Padrão	7,094598885	6,89637586																
Erro	2,423514979	2,355801994																
Percentagem Erro	0,70%	1,71%																

O Aluno,

A Orientadora,

Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**A Orientadora,**

**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 13 / 02 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** OVAR - Zona Residencial

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

**Pára-arranca** ☐

**Simulação Rotunda** ☐

**Perfis de Velocidade** ☒

- Curto ☐  
• Longo ☐

- Sem Paragem ☐  
• Com Paragem ☐

- 0 ↔ 50 km/h ☒  
• 0 ↔ 90 km/h ☐  
• 0 ↔ 120 km/h ☐  
• 120 ↔ 60 km/h ☐

- Condução Suave ☐  
• Condução Intermédia ☐  
• Condução Agressiva ☒

**RESULTADOS**

Ensaio	Tensão Máxima [V]	Intensidade Corrente Máxima [A]		Variação Média SOC Bateria [%]	Variação da Energia da Bateria [kWh]	Carga Acelerador [%]
# 1	364	166		Aceleração		
# 2	358	166	Média	-1,148	-2,149056	99,29080882
# 3	350	140	D. Padrão	0,112249722	0,210131479	2,511308563
# 4	350	154	# Elementos	25	25	2448
# 5	348	176	Erro	0,038726154	0,07249536	0,083494962
# 6	346	178	Percent. Erro	3,37%	3,37%	0,08%
# 7	350	148		Constante		
# 8	350	148	Média	-0,94	-1,75968	9,258730078
# 9	348	172	D. Padrão	0,540061725	1,010995549	7,50988596
# 10	346	160	# Elementos	25	25	19576
# 11	344	180	Erro	0,186321295	0,348793464	0,088295235
# 12	346	172	Percent. Erro	19,82%	19,82%	0,95%
# 13	342	144		Travagem		
# 14	344	184	Média	0,428	0,801216	0
# 15	352	114	D. Padrão	0,190438091	0,356500107	0
# 16	356	146	# Elementos	25	25	0
# 17	360	150	Erro	0,065701142	0,122992537	0
# 18	360	140	Percent. Erro	15,35%	15,35%	0,00%
# 19	340	142				
# 20	338	138				
# 21	336	138				
# 22	330	134				
# 23	324	152				
# 24	322	136				
# 25	328	146				
Média	345,28	152,96				
Desvio Padrão	11,02844806	17,40804412				
Erro	3,767317858	5,946587871				
Percentagem Erro	1,09%	3,89%				

	Velocidade Veículo [km/h]
Média	48,4226604
D. Padrão	2,311180089
# Elementos	19576
Erro	0,027173008
Percent. Erro	0,06%

O Aluno,

A Orientadora,

**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
 Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 01 / 04 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** OVAR - Recta da Murtosa (N109)

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

**Pára-arranca** ☐

**Simulação Rotunda** ☐

**Perfis de Velocidade** ☒

- Curto ☐
- Longo ☐

- Sem Paragem ☐
- Com Paragem ☐

- 0 ↔ 50 km/h ☐
- 0 ↔ 90 km/h ☒
- 0 ↔ 120 km/h ☐
- 120 ↔ 60 km/h ☐
- Condução Suave ☒
- Condução Intermédia ☐
- Condução Agressiva ☐

**RESULTADOS**

Ensaio	Tensão Máxima [V]	Intensidade Corrente Máxima [A]		Variação Média SOC Bateria [%]	Variação da Energia da Bateria [kWh]	Carga Acelerador [%]
# 1	378	140		Aceleração		
# 2	378	146	Média	-0,28	-0,52416	25,03136196
# 3	380	168	D. Padrão	0,418770129	0,783937682	0,233658715
# 4	378	134	# Elementos	20	20	19259
# 5	380	148	Erro	0,161528737	0,302381796	0,002769689
# 6	380	152	Percent. Erro	57,69%	57,69%	0,01%
# 7	382	126		Constante		
# 8	380	138	Média	-0,06	-0,11232	15,05752564
# 9	380	146	D. Padrão	0,727215309	1,361347058	1,626267577
# 10	378	146	# Elementos	20	20	15600
# 11	378	136	Erro	0,280502744	0,525101137	0,021418823
# 12	378	138	Percent. Erro	467,50%	467,50%	0,14%
# 13	380	144		Travagem		
# 14	378	134	Média	3,345	6,26184	0
# 15	384	138	D. Padrão	0,260515683	0,487685358	0
# 16	384	152	# Elementos	20	20	0
# 17	386	140	Erro	0,100486559	0,188110838	0
# 18	384	130	Percent. Erro	3,00%	3,00%	0,00%
# 19	380	140		Velocidade Veículo [km/h]		
# 20	376	148	Média	82,91955128		
Média	380,1	142,2	D. Padrão	1,270716827		
Desvio Padrão	2,633788546	9,242920477	# Elementos	15600		
Erro	1,005897603	3,530059983	Erro	0,016736028		
Percentagem Erro	0,26%	2,48%	Percent. Erro	0,02%		

O Aluno,

A Orientadora,

**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
 Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 02 / 04 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** OVAR - Recta da Murtosa (N109)

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

**Pára-arranca** ☐

**Simulação Rotunda** ☐

**Perfis de Velocidade** ☒

- Curto ☐
- Longo ☐

- Sem Paragem ☐
- Com Paragem ☐

- 0 ↔ 50 km/h ☐
- 0 ↔ 90 km/h ☒
- 0 ↔ 120 km/h ☐
- 120 ↔ 60 km/h ☐
- Condução Suave ☐
- Condução Intermédia ☒
- Condução Agressiva ☐

**RESULTADOS**

Ensaio	Tensão Máxima [V]	Intensidade Corrente Máxima [A]		Variação Média SOC Bateria [%]	Variação da Energia da Bateria [kWh]	Carga Acelerador [%]
# 1	390	64		Aceleração		
# 2	388	64	Média	-0,575	-1,0764	58,98661616
# 3	384	66	D. Padrão	0,278860463	0,522026787	0,982017577
# 4	378	66	# Elementos	20	20	7128
# 5	374	50	Erro	0,107562539	0,201357073	0,019133804
# 6	372	78	Percent. Erro	18,71%	18,71%	0,03%
# 7	372	64		Constante		
# 8	376	68	Média	-0,99	-1,85328	15,31367527
# 9	376	78	D. Padrão	0,371200045	0,694886485	4,0575038
# 10	376	70	# Elementos	20	20	15656
# 11	376	54	Erro	0,143179922	0,268032814	0,053343859
# 12	376	54	Percent. Erro	14,46%	14,46%	0,35%
# 13	378	72		Travagem		
# 14	374	72	Média	1,855	3,47256	0
# 15	374	68	D. Padrão	0,213923252	0,400464328	0
# 16	374	70	# Elementos	20	20	0
# 17	372	64	Erro	0,082514846	0,154467792	0
# 18	378	54	Percent. Erro	4,45%	4,45%	0,00%
# 19	376	64		Velocidade Veículo [km/h]		
# 20	376	76	Média	83,24840317		
Média	377	65,8	D. Padrão	1,756658366		
Desvio Padrão	4,920419323	7,971000069	# Elementos	15656		
Erro	1,879208568	3,044287619	Erro	0,023094725		
Percentagem Erro	0,50%	4,63%	Percent. Erro	0,03%		

O Aluno,

A Orientadora,



**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
 Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 02 / 04 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** OVAR - Recta da Murtosa (N109)

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

**Pára-arranca** ☐

**Simulação Rotunda** ☐

**Perfis de Velocidade** ☒

- Curto ☐
- Longo ☐

- Sem Paragem ☐
- Com Paragem ☐

• 0 ↔ 50 km/h ☐

• 0 ↔ 90 km/h ☒

• 0 ↔ 120 km/h ☐

• 120 ↔ 60 km/h ☐

• Condução Suave ☐

• Condução Intermédia ☐

• Condução Agressiva ☒

**RESULTADOS**

Ensaio	Tensão Máxima [V]	Intensidade Corrente Máxima [A]		Variação Média SOC Bateria [%]	Variação da Energia da Bateria [kWh]	Carga Acelerador [%]
# 1	374	196		Aceleração		
# 2	370	194	Média	-2,81	-5,26032	99,9
# 3	368	162	D. Padrão	0,312713085	0,585398896	6,97832E-12
# 4	370	158	# Elementos	20	20	4409
# 5	366	192	Erro	0,120620231	0,225801072	1,72881E-13
# 6	358	194	Percent. Erro	4,29%	4,29%	0,00%
# 7	350	162		Constante		
# 8	348	160	Média	1,135	2,12472	15,3258831
# 9	358	188	D. Padrão	0,346827729	0,649261509	7,119523858
# 10	350	188	# Elementos	20	20	15825
# 11	348	162	Erro	0,13377899	0,25043427	0,093098995
# 12	344	196	Percent. Erro	11,79%	11,79%	0,61%
# 13	344	158		Travagem		
# 14	356	198	Média	1,125	2,106	0
# 15	350	198	D. Padrão	0,343166371	0,642407446	0
# 16	348	198	# Elementos	20	20	0
# 17	344	172	Erro	0,132366725	0,247790509	0
# 18	342	200	Percent. Erro	11,77%	11,77%	0,00%
# 19	340	200		Velocidade Veículo [km/h]		
# 20	344	190	Média	83,81567141		
Média	353,6	183,3	D. Padrão	1,418125157		
Desvio Padrão	10,71349371	16,59771703	# Elementos	15825		
Erro	4,091701914	6,339006901	Erro	0,018544221		
Percentagem Erro	1,16%	3,46%	Percent. Erro	0,02%		

O Aluno,

A Orientadora,

**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
 Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 02 / 04 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** OVAR - Recta da Murtosa (N109)

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

**Pára-arranca** ☐

**Simulação Rotunda** ☐

**Perfis de Velocidade** ☒

- Curto ☐
- Longo ☐

- Sem Paragem ☐
- Com Paragem ☐

- 0 ↔ 50 km/h ☐
- 0 ↔ 90 km/h ☐
- 0 ↔ 120 km/h ☒
- 120 ↔ 60 km/h ☐
- Condução Suave ☒
- Condução Intermédia ☐
- Condução Agressiva ☐

**RESULTADOS**

Ensaio	Tensão Máxima [V]	Intensidade Corrente Máxima [A]		Variação Média SOC Bateria [%]	Variação da Energia da Bateria [kWh]	Carga Acelerador [%]
# 1	386	146		Aceleração		
# 2	378	138	Média	-0,525	-0,9828	25,2982782
# 3	386	146	D. Padrão	0,417857946	0,782230075	0,372749656
# 4	386	154	# Elementos	20	20	38390
# 5	384	78	Erro	0,161176888	0,301723135	0,003129494
# 6	386	142	Percent. Erro	30,70%	30,70%	0,01%
# 7	386	142		Constante		
# 8	386	148	Média	0	0	20,8606623
# 9	386	154	D. Padrão	0,259554274	0,485885601	2,061263635
# 10	384	144	# Elementos	20	20	15733
# 11	384	144	Erro	0,100115723	0,187416633	0,027032964
# 12	386	152	Percent. Erro	#DIV/0!	#DIV/0!	0,13%
# 13	382	146		Travagem		
# 14	382	156	Média	3,815	7,14168	0
# 15	384	150	D. Padrão	0,461433693	0,863803872	0
# 16	384	156	# Elementos	20	20	0
# 17	384	138	Erro	0,177985	0,333187921	0
# 18	384	146	Percent. Erro	4,67%	4,67%	0,00%
# 19	378	134		Velocidade Veículo [km/h]		
# 20	386	144	Média	110,2827814		
Média	384,1	142,9	D. Padrão	1,210201822		
Desvio Padrão	2,468752082	16,43455922	# Elementos	15733		
Erro	0,942866809	6,276693606	Erro	0,015871499		
Percentagem Erro	0,25%	4,39%	Percent. Erro	0,01%		

O Aluno,

A Orientadora,

**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
 Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 13 / 05 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** OVAR - Recta da Murtosa (N109)

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

**Pára-arranca** ☐

**Simulação Rotunda** ☐

**Perfis de Velocidade** ☒

- Curto ☐
- Longo ☐

- Sem Paragem ☐
- Com Paragem ☐

- 0 ↔ 50 km/h ☐
- 0 ↔ 90 km/h ☐
- 0 ↔ 120 km/h ☒
- 120 ↔ 60 km/h ☐
- Condução Suave ☐
- Condução Intermédia ☒
- Condução Agressiva ☐

**RESULTADOS**

Ensaio	Tensão Máxima [V]	Intensidade Corrente Máxima [A]		Variação Média SOC Bateria [%]	Variação da Energia da Bateria [kWh]	Carga Acelerador [%]
# 1	378	66		Aceleração		
# 2	378	76	Média	-0,79	-1,47888	59,31978525
# 3	374	52	D. Padrão	0,319374388	0,597868855	0,920781417
# 4	372	76	# Elementos	20	20	11362
# 5	370	70	Erro	0,12318964	0,230611007	0,014210032
# 6	368	66	Percent. Erro	15,59%	15,59%	0,02%
# 7	376	72		Constante		
# 8	374	66	Média	-0,73	-1,36656	21,84627809
# 9	370	70	D. Padrão	0,265766023	0,497513995	3,895436233
# 10	368	66	# Elementos	20	20	15973
# 11	370	66	Erro	0,102511729	0,191901957	0,050702428
# 12	372	60	Percent. Erro	14,04%	14,04%	0,23%
# 13	370	56		Travagem		
# 14	368	68	Média	1,99	3,72528	0
# 15	370	62	D. Padrão	0,325899565	0,610083985	0
# 16	376	66	# Elementos	20	20	0
# 17	382	72	Erro	0,125706543	0,235322648	0
# 18	382	64	Percent. Erro	6,32%	6,32%	0,00%
# 19	380	70		Velocidade Veículo [km/h]		
# 20	378	72	Média	111,5458586		
Média	373,8	66,8	D. Padrão	0,987387865		
Desvio Padrão	4,674679837	6,066300355	# Elementos	15973		
Erro	1,785355643	2,316843922	Erro	0,012851696		
Percentagem Erro	0,48%	3,47%	Percent. Erro	0,01%		

O Aluno,

A Orientadora,

**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
 Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 02 / 04 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** OVAR - Recta da Murtosa (N109)

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

**Pára-arranca** ☐

**Simulação Rotunda** ☐

**Perfis de Velocidade** ☒

- Curto ☐
- Longo ☐

- Sem Paragem ☐
- Com Paragem ☐

- 0 ↔ 50 km/h ☐
- 0 ↔ 90 km/h ☐
- 0 ↔ 120 km/h ☒
- 120 ↔ 60 km/h ☐
- Condução Suave ☐
- Condução Intermédia ☐
- Condução Agressiva ☒

**RESULTADOS**

Ensaio	Tensão Máxima [V]	Intensidade Corrente Máxima [A]		Variação Média SOC Bateria [%]	Variação da Energia da Bateria [kWh]	Carga Acelerador [%]
# 1	364	194		Aceleração		
# 2	356	192	Média	-4,5	-8,424	99,83263353
# 3	350	192	D. Padrão	0,291998558	0,546621301	0,536710238
# 4	344	194	# Elementos	20	20	7002
# 5	344	192	Erro	0,112630188	0,210843712	0,010551027
# 6	336	168	Percent. Erro	2,50%	2,50%	0,01%
# 7	334	164		Constante		
# 8	340	164	Média	1,28	2,39616	22,21615161
# 9	336	160	D. Padrão	0,354816483	0,664216457	8,245867508
# 10	330	160	# Elementos	20	20	16147
# 11	346	162	Erro	0,136860426	0,256202718	0,106747161
# 12	338	160	Percent. Erro	10,69%	10,69%	0,48%
# 13	344	174		Travagem		
# 14	338	172	Média	1,12	2,09664	0
# 15	344	158	D. Padrão	0,489468025	0,916284143	0
# 16	338	194	# Elementos	20	20	0
# 17	334	162	Erro	0,188798451	0,353430701	0
# 18	340	180	Percent. Erro	16,86%	16,86%	0,00%
# 19	336	162		Velocidade Veículo [km/h]		
# 20	334	166	Média	110,9116245		
Média	341,3	173,5	D. Padrão	1,26724175		
Desvio Padrão	8,163461598	14,11046644	# Elementos	16147		
Erro	3,117792605	5,389075136	Erro	0,016405122		
Percentagem Erro	0,91%	3,11%	Percent. Erro	0,01%		

O Aluno,

A Orientadora,

**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
 Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 01 / 04 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** S. JACINTO - Base Militar

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

**Pára-arranca** ☐

**Simulação Rotunda** ☐

**Perfis de Velocidade** ☒

- Curto ☐
- Longo ☐

- Sem Paragem ☐
- Com Paragem ☐

- 0 ↔ 50 km/h ☐
- 0 ↔ 90 km/h ☐
- 0 ↔ 120 km/h ☐
- 120 ↔ 60 km/h ☒
- Condução Suave ☒
- Condução Intermédia ☐
- Condução Agressiva ☐

**RESULTADOS**

Ensaio	Tensão Máxima [V]	Intensidade Corrente Máxima [A]		Variação Média SOC Bateria [%]	Variação da Energia da Bateria [kWh]	Carga Acelerador [%]
# 1	364	200		Travagem		
# 2	346	200	Média	1,805	3,37896	0
# 3	344	198	D. Padrão	0,357586942	0,669402755	0
# 4	350	200	# Elementos	20	20	0
# 5	348	148	Erro	0,137929052	0,258203186	0
# 6	352	194	Percent. Erro	7,64%	7,64%	0,00%
# 7	348	200		Constante		
# 8	356	196	Média	-0,85	-1,5912	9,38507252
# 9	362	196	D. Padrão	0,411032077	0,769452048	1,925304568
# 10	368	174	# Elementos	20	20	7791
# 11	374	188	Erro	0,158544002	0,296794372	0,035881347
# 12	374	186	Percent. Erro	18,65%	18,65%	0,38%
# 13	370	188		Aceleração		
# 14	380	200	Média	-0,9	-1,6848	30,21028796
# 15	382	150	D. Padrão	0,427969502	0,801158908	2,617111156
# 16	378	190	# Elementos	20	20	16252
# 17	376	190	Erro	0,165077135	0,309024397	0,03377028
# 18	372	196	Percent. Erro	18,34%	18,34%	0,11%
# 19	370	194		Velocidade Veículo [km/h]		
# 20	374	200	Média	53,57835965		
Média	364,4	189,4	D. Padrão	1,125609887		
Desvio Padrão	12,59239537	15,28811028	# Elementos	7791		
Erro	4,809292808	5,838841353	Erro	0,020977668		
Percentagem Erro	1,32%	3,08%	Percent. Erro	0,04%		

O Aluno,

A Orientadora,

**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
 Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 31 / 03 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** S. JACINTO - Base Militar

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

**Pára-arranca** ☐

**Simulação Rotunda** ☐

**Perfis de Velocidade** ☒

- Curto ☐
- Longo ☐

- Sem Paragem ☐
- Com Paragem ☐

- 0 ↔ 50 km/h ☐
- 0 ↔ 90 km/h ☐
- 0 ↔ 120 km/h ☐
- 120 ↔ 60 km/h ☒
- Condução Suave ☐
- Condução Intermédia ☒
- Condução Agressiva ☐

**RESULTADOS**

Ensaio	Tensão Máxima [V]	Intensidade Corrente Máxima [A]		Variação Média SOC Bateria [%]	Variação da Energia da Bateria [kWh]	Carga Acelerador [%]
# 1	372	200		Travagem		
# 2	366	200	Média	1,595	2,98584	0
# 3	358	200	D. Padrão	0,516542147	0,966966899	0
# 4	366	192	# Elementos	20	20	0
# 5	356	192	Erro	0,199241528	0,372980141	0
# 6	366	198	Percent. Erro	12,49%	12,49%	0,00%
# 7	360	200		Constante		
# 8	354	200	Média	-1,17	-2,19024	11,5005102
# 9	354	200	D. Padrão	0,349586222	0,654425407	2,385209122
# 10	360	200	# Elementos	20	20	7644
# 11	356	198	Erro	0,134843001	0,252426098	0,044877848
# 12	362	194	Percent. Erro	11,53%	11,53%	0,39%
# 13	356	200		Aceleração		
# 14	364	198	Média	-1,595	-2,98584	57,94310131
# 15	358	200	D. Padrão	0,298196332	0,558223534	6,530942281
# 16	364	194	# Elementos	20	20	8074
# 17	360	200	Erro	0,115020804	0,215318945	0,119563157
# 18	366	196	Percent. Erro	7,21%	7,21%	0,21%
# 19	364	196		Velocidade Veículo [km/h]		
# 20	366	200	Média	54,22187336		
Média	361,4	197,9	D. Padrão	1,555872197		
Desvio Padrão	4,946024454	2,863564213	# Elementos	7644		
Erro	1,88898769	1,09365362	Erro	0,029273826		
Percentagem Erro	0,52%	0,55%	Percent. Erro	0,05%		

O Aluno,

A Orientadora,

**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
 Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 31 / 03 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** S. JACINTO - Base Militar

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

**Pára-arranca** ☐

**Simulação Rotunda** ☐

**Perfis de Velocidade** ☒

- Curto ☐
- Longo ☐

- Sem Paragem ☐
- Com Paragem ☐

- 0 ↔ 50 km/h ☐
- 0 ↔ 90 km/h ☐
- 0 ↔ 120 km/h ☐
- 120 ↔ 60 km/h ☒
- Condução Suave ☐
- Condução Intermédia ☐
- Condução Agressiva ☒

**RESULTADOS**

Ensaio	Tensão Máxima [V]	Intensidade Corrente Máxima [A]		Variação Média SOC Bateria [%]	Variação da Energia da Bateria [kWh]	Carga Acelerador [%]
# 1	374	200		Travagem		
# 2	372	200	Média	0,82	1,53504	0
# 3	370	200	D. Padrão	0,354816483	0,664216457	0
# 4	360	192	# Elementos	20	20	0
# 5	364	192	Erro	0,136860426	0,256202718	0
# 6	358	198	Percent. Erro	16,69%	16,69%	0,00%
# 7	356	196		Constante		
# 8	354	194	Média	-1,055	-1,97496	11,14150669
# 9	354	176	D. Padrão	0,258487504	0,483888607	1,911225538
# 10	362	196	# Elementos	20	20	7553
# 11	354	188	Erro	0,099704246	0,186646349	0,036175796
# 12	352	192	Percent. Erro	9,45%	9,45%	0,32%
# 13	356	198		Aceleração		
# 14	354	200	Média	-3,905	-7,31016	97,59291572
# 15	354	192	D. Padrão	0,146808145	0,274824848	12,413608
# 16	356	188	# Elementos	20	20	5731
# 17	356	188	Erro	0,056627091	0,106005915	0,269742094
# 18	358	190	Percent. Erro	1,45%	1,45%	0,28%
# 19	356	194		Velocidade Veículo [km/h]		
# 20	352	196	Média	53,70170793		
Média	358,6	193,5	D. Padrão	2,198111308		
Desvio Padrão	6,556635851	5,83546327	# Elementos	7553		
Erro	2,504113056	2,228682528	Erro	0,041605988		
Percentagem Erro	0,70%	1,15%	Percent. Erro	0,08%		

O Aluno,

A Orientadora,



**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
 Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 14 / 05 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** OVAR - Rotunda da recta da Murtosa (N109)

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

**Pára-arranca** ☐

**Simulação Rotunda** ☒

**Perfis de Velocidade** ☐

- Curto ☐
- Longo ☐

- Sem Paragem ☒
- Com Paragem ☐

- 0 ↔ 50 km/h ☐
- 0 ↔ 90 km/h ☐
- 0 ↔ 120 km/h ☐
- 120 ↔ 60 km/h ☐
- Condução Suave ☐
- Condução Intermédia ☐
- Condução Agressiva ☐

**RESULTADOS**

Ensaio	Tensão Máxima [V]	Intensidade Corrente Máxima [A]		Variação Média SOC Bateria [%]	Variação da Energia da Bateria [kWh]	Carga Acelerador [%]
# 1	354	110	Travagem			
# 2	346	120	Média	0,975	1,8252	0
# 3	346	118	D. Padrão	0,246821905	0,462050606	0
# 4	348	110	# Elementos	20	20	0
# 5	342	106	Erro	0,095204571	0,178222957	0
# 6	348	116	Percent. Erro	9,76%	9,76%	0,00%
# 7	350	112	Constante			
# 8	350	120	Média	-0,455	-0,85176	8,931169273
# 9	364	120	D. Padrão	0,150350468	0,281456076	1,697789108
# 10	344	106	# Elementos	20	20	8826
# 11	348	112	Erro	0,057993442	0,108563723	0,029728136
# 12	356	116	Percent. Erro	12,75%	12,75%	0,33%
# 13	356	114	Aceleração			
# 14	354	124	Média	-0,32	-0,59904	20,80530887
# 15	352	128	D. Padrão	0,164156536	0,307301036	2,480026369
# 16	354	110	# Elementos	20	20	7139
# 17	352	112	Erro	0,063318743	0,118532686	0,04828403
# 18	352	124	Percent. Erro	19,79%	19,79%	0,23%
# 19	354	118	Velocidade Veículo [km/h]			
# 20	354	112	Média	20,36823023		
Média	351,2	115,4	D. Padrão	1,12972968		
Desvio Padrão	5,001052521	6,055880135	# Elementos	8826		
Erro	1,910004032	2,312864227	Erro	0,019781466		
Percentagem Erro	0,54%	2,00%	Percent. Erro	0,10%		

O Aluno,

A Orientadora,



**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
 Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 14 / 05 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** OVAR - Rotunda da recta da Murtosa (N109)

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

Pára-arranca ☐

Simulação Rotunda ☒

Perfis de Velocidade ☐

- Curto ☐
- Longo ☐

- Sem Paragem ☐
- Com Paragem ☒

- 0 ↔ 50 km/h ☐
- 0 ↔ 90 km/h ☐
- 0 ↔ 120 km/h ☐
- 120 ↔ 60 km/h ☐

- Condução Suave ☐
- Condução Intermédia ☐
- Condução Agressiva ☐

**RESULTADOS**

Ensaio	Tensão Máxima [V]	Intensidade Corrente Máx Acel 1/2 [A]			Variação Média SOC Bateria [%]	Variação da Energia da Bateria [kWh]		Carga Acelerador [%]		
# 1	362	62	116		Travagem					
# 2	360	54	112	Média	1,03	1,92816		0		
# 3	350	56	112	D. Padrão	0,340433161	0,637290877		0		
# 4	348	46	110	# Elementos	20	20		0		
# 5	358	48	116	Erro	0,131312466	0,245816937		0		
# 6	358	40	116	Percent. Erro	12,75%	12,75%		0,00%		
# 7	362	40	104		Constante					
# 8	356	46	108	Média	-0,39	-0,73008		7,511504564		
# 9	352	48	108	D. Padrão	0,030779351	0,057618944		1,869025147		
# 10	352	52	112	# Elementos	20	20		6354		
# 11	350	46	108	Erro	0,011872264	0,022224879		0,038570693		
# 12	346	88	108	Percent. Erro	3,04%	3,04%		0,51%		
# 13	352	56	122		Aceleração 1/2					
# 14	370	38	116	Média	-1,01	-0,41	-1,891	-0,768	17,17	20,53
# 15	362	42	98	D. Padrão	0,24	0,072	0,45	0,134	2,948	2,416
# 16	360	48	110	# Elementos	20	20	20	20	5084	7455
# 17	360	50	120	Erro	0,093	0,028	0,174	0,052	0,068	0,046
# 18	356	88	106	Percent. Erro	9,18%	6,76%	9,18%	6,76%	0,40%	0,22%
# 19	350	38	110		Velocidade Veículo [km/h]					
# 20	360	38	110	Média	20,81885427					
Média	356,2	51,20	111,10	D. Padrão	0,896194208					
Desvio Padrão	6,048923349	14,237	5,5621	# Elementos	6354					
Erro	2,310207289	5,4374	2,1243	Erro	0,018494578					
Percentagem Erro	0,65%	10,62%	1,91%	Percent. Erro	0,09%					

O Aluno,

A Orientadora,

### **8.3 Anexo C**

Deste anexo fazem parte os resultados obtidos dos binários dos motores geradores (MG2 e MGR) e da travagem regenerativa nos diversos ensaios realizados.

**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
 Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 10 / 02 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** OVAR - Zona Residencial

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

**Pára-arranca** ☒

**Simulação Rotunda** ☐

**Perfis de Velocidade** ☐

- Curto ☒
- Longo ☐

- Sem Paragem ☐
- Com Paragem ☐

- 0 ↔ 50 km/h ☐
- 0 ↔ 90 km/h ☐
- 0 ↔ 120 km/h ☐
- 120 ↔ 60 km/h ☐
- Condução Suave ☐
- Condução Intermédia ☐
- Condução Agressiva ☐

**RESULTADOS MOTORES-GERADORES (N.m)**

Ensaio	Binário Máximo MG2	Binário Máximo MGR	Binário Máx Travagem Regenerativa
# 1	83,2	40,8	0
# 2	86,5	42,3	0
# 3	81,1	39,6	0
# 4	79,5	38,5	0
# 5	77,3	38,3	0
# 6	90,3	43,7	0
# 7	86,7	42,5	0
# 8	91	44,6	0
# 9	91,7	44,5	0
# 10	78,5	38,3	0
# 11	90,6	45	0
# 12	76,3	37,2	0
# 13	87,5	42,2	0
# 14	98,1	48,6	0
# 15	92,1	44,8	0
# 16	107	52,2	0
# 17	89,3	43,6	0
# 18	81,8	39,3	0
# 19	90,3	44,3	0
# 20	94,1	46,7	0
# 21	90,1	44,1	0
# 22	82,6	40,6	0
# 23	83,7	40,8	0
# 24	100,3	49	0
# 25	81,1	40,1	0
<b>Média</b>	<b>87,628</b>	<b>42,864</b>	<b>0</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>7,45377533</b>	<b>3,7057253</b>	<b>0</b>
<b>Erro</b>	<b>2,546209653</b>	<b>1,265875763</b>	<b>0</b>
<b>Percentagem Erro</b>	<b>2,91%</b>	<b>2,95%</b>	<b>#DIV/0!</b>

O Aluno,

A Orientadora,

**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 11 / 02 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** OVAR - Zona Residencial

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

**Pára-arranca**

☒

**Simulação Rotunda**

☐

**Perfis de Velocidade**

☐

• Curto

☐

• Longo

☒

• Sem Paragem

☐

• Com Paragem

☐

• 0 ↔ 50 km/h

☐

• 0 ↔ 90 km/h

☐

• 0 ↔ 120 km/h

☐

• 120 ↔ 60 km/h

☐

• Condução Suave

☐

• Condução Intermédia

☐

• Condução Agressiva

☐

**RESULTADOS MOTORES-GERADORES (N.m)**

Ensaio	Binário Máximo MG2	Binário Máximo MGR	Binário Máx Travagem Regenerativa
# 1	63,3	31,1	0
# 2	58,5	28,3	0
# 3	83,7	41,6	0
# 4	77,3	38,3	0
# 5	95,3	47,2	0
# 6	97,3	48,5	0
# 7	102,3	51	0
# 8	96,7	47,8	0
# 9	97,3	48,1	0
# 10	97,6	48,3	0
# 11	94,2	46,3	0
# 12	102,2	50,5	0
# 13	105	52,2	0
# 14	100,2	49,7	0
# 15	102,5	50,7	0
# 16	98,3	48,7	0
# 17	96,7	48	0
# 18	95,5	47,1	0
# 19	94,1	46,7	0
# 20	93,6	45,7	0
# 21	99,7	49,5	0
# 22	96,6	48	0
# 23	103,5	51,2	0
# 24	100,3	50,1	0
# 25	106,8	53,1	0
<b>Média</b>	<b>94,34</b>	<b>46,708</b>	<b>0</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>11,82800349</b>	<b>6,004159669</b>	<b>0</b>
<b>Erro</b>	<b>4,040445994</b>	<b>2,051020943</b>	<b>0</b>
<b>Percentagem Erro</b>	<b>4,28%</b>	<b>4,39%</b>	<b>#DIV/0!</b>

O Aluno,

A Orientadora,

**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
 Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 12 / 02 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** OVAR - Zona Residencial

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

Pára-arranca ☐

Simulação Rotunda ☐

Perfis de Velocidade ☒

- Curto ☐
- Longo ☐

- Sem Paragem ☐
- Com Paragem ☐

- 0 ↔ 50 km/h ☒
- 0 ↔ 90 km/h ☐
- 0 ↔ 120 km/h ☐
- 120 ↔ 60 km/h ☐

- Condução Suave ☒
- Condução Intermédia ☐
- Condução Agressiva ☐

**RESULTADOS MOTORES-GERADORES (N.m)**

Ensaio	Binário Máx MG2 Aceleração	Binário Máx MGR Aceleração	Binário Máx Travagem Regenerativa
# 1	242,5	88,5	232
# 2	195,3	82	252
# 3	267,2	93,3	216
# 4	195,7	82,2	244
# 5	230,6	83,7	228
# 6	240,3	85	248
# 7	240	84,7	224
# 8	239,5	83,8	244
# 9	231,1	84,8	208
# 10	193,5	79,2	216
# 11	202,1	82,3	208
# 12	238,8	84,1	236
# 13	203,2	81,2	224
# 14	247,5	84,8	236
# 15	196	80,8	208
# 16	200,1	80,2	276
# 17	238,1	84,8	292
# 18	255,3	84,1	244
# 19	250,7	88,8	224
# 20	191,5	50,6	336
# 21	224,8	83,6	328
# 22	223,8	83,8	248
# 23	225	84,5	228
# 24	222,6	83,2	260
# 25	225,8	83,8	232
<b>Média</b>	<b>224,84</b>	<b>82,712</b>	<b>243,68</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>21,97997194</b>	<b>7,286535528</b>	<b>33,40498965</b>
<b>Erro</b>	<b>7,508358416</b>	<b>2,489080536</b>	<b>11,41114446</b>
<b>Percentagem Erro</b>	<b>3,34%</b>	<b>3,01%</b>	<b>4,68%</b>

	Média Binário MG2
	Aceleração
<b>Média</b>	<b>81,69446236</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>39,66855317</b>
<b># Elem</b>	<b>8993</b>
<b>t-value</b>	<b>1,645</b>
<b>Erro</b>	<b>0,688113323</b>
<b>Percent. Erro</b>	<b>0,84%</b>

	Constante
<b>Média</b>	<b>15,55174064</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>9,363977902</b>
<b># Elem</b>	<b>19849</b>
<b>t-value</b>	<b>1,645</b>
<b>Erro</b>	<b>0,109334435</b>
<b>Percent. Erro</b>	<b>0,70%</b>

O Aluno,

A Orientadora,

**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
 Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 13 / 02 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** OVAR - Zona Residencial

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

Pára-arranca ☐

- Curto ☐
- Longo ☐

Simulação Rotunda ☐

- Sem Paragem ☐
- Com Paragem ☐

Perfis de Velocidade ☒

- 0 ↔ 50 km/h ☒
- 0 ↔ 90 km/h ☐
- 0 ↔ 120 km/h ☐
- 120 ↔ 60 km/h ☐
- Condução Suave ☐
- Condução Intermédia ☒
- Condução Agressiva ☐

**RESULTADOS MOTORES-GERADORES (N.m)**

Ensaio	Binário Máx MG2 Aceleração	Binário Máx MGR Aceleração	Binário Máx Travagem Regenerativa
# 1	323	123,2	460
# 2	321,7	108	472
# 3	320,1	108	488
# 4	318,7	109,8	488
# 5	320,5	108	484
# 6	309,6	108	488
# 7	316,6	109,8	488
# 8	258,5	121,3	448
# 9	313,6	108	476
# 10	319,3	109,2	472
# 11	319,1	108,5	472
# 12	321,2	108	472
# 13	320,5	108	488
# 14	315,5	108	472
# 15	317,7	108	472
# 16	312,5	121,3	488
# 17	317,3	108,8	488
# 18	315,6	121,2	488
# 19	313,8	121,5	488
# 20	317	108	488
# 21	318,5	108	488
# 22	309,3	110,2	488
# 23	312,3	108,8	488
# 24	317,3	122,2	488
# 25	309,5	108	488
<b>Média</b>	<b>314,348</b>	<b>111,672</b>	<b>480,8</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>12,26543653</b>	<b>5,845761998</b>	<b>10,77032961</b>
<b>Erro</b>	<b>4,18987312</b>	<b>1,996912298</b>	<b>3,679144596</b>
<b>Percentagem Erro</b>	<b>1,33%</b>	<b>1,79%</b>	<b>0,77%</b>

	Média Binário MG2
	Aceleração
<b>Média</b>	<b>233,1778057</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>36,35175387</b>
<b># Elem</b>	<b>3983</b>
<b>t-value</b>	<b>1,645</b>
<b>Erro</b>	<b>0,947515053</b>
<b>Percent. Erro</b>	<b>0,41%</b>

	Constante
<b>Média</b>	<b>20,33163286</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>16,8535382</b>
<b># Elem</b>	<b>19524</b>
<b>t-value</b>	<b>1,645</b>
<b>Erro</b>	<b>0,198414128</b>
<b>Percent. Erro</b>	<b>0,98%</b>

O Aluno,

A Orientadora,

**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
 Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 13 / 02 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** OVAR - Zona Residencial

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

**Pára-arranca** ☐

**Simulação Rotunda** ☐

**Perfis de Velocidade** ☒

- Curto ☐
- Longo ☐

- Sem Paragem ☐
- Com Paragem ☐

- 0 ↔ 50 km/h ☒
- 0 ↔ 90 km/h ☐
- 0 ↔ 120 km/h ☐
- 120 ↔ 60 km/h ☐

- Condução Suave ☐
- Condução Intermédia ☐
- Condução Agressiva ☒

**RESULTADOS MOTORES-GERADORES (N.m)**

Ensaio	Binário Máx MG2 Aceleração	Binário Máx MGR Aceleração	Binário Máx Travagem Regenerativa
# 1	336	126,8	472
# 2	336	128	488
# 3	335,8	129,2	320
# 4	335,7	128,5	488
# 5	335,8	128,5	488
# 6	335,6	127,5	488
# 7	335,8	128,6	488
# 8	335,7	127,8	488
# 9	335,6	128,6	308
# 10	335,7	128,7	488
# 11	335,7	128,3	488
# 12	335,7	128,5	488
# 13	335,3	108	268
# 14	335,8	127,6	488
# 15	335,6	127,5	488
# 16	336	128,6	488
# 17	335,8	126,7	488
# 18	335,6	126,7	472
# 19	335,7	127,7	0
# 20	335,8	127	472
# 21	335,7	128,2	476
# 22	335,8	128	472
# 23	336	129,2	476
# 24	335,6	127,2	476
# 25	335,8	129,1	476
<b>Média</b>	<b>335,744</b>	<b>127,22</b>	<b>441,28</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,158324561</b>	<b>4,075230055</b>	<b>110,7171772</b>
<b>Erro</b>	<b>0,05408367</b>	<b>1,392098587</b>	<b>37,82098774</b>
<b>Percentagem Erro</b>	<b>0,02%</b>	<b>1,09%</b>	<b>8,57%</b>

	Média Binário MG2
	Aceleração
<b>Média</b>	<b>314,3331291</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>19,31874108</b>
<b># Elem</b>	<b>2448</b>
<b>t-value</b>	<b>1,645</b>
<b>Erro</b>	<b>0,64230162</b>
<b>Percent. Erro</b>	<b>0,20%</b>

	Constante
<b>Média</b>	<b>13,57600123</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>35,26235606</b>
<b># Elem</b>	<b>19576</b>
<b>t-value</b>	<b>1,645</b>
<b>Erro</b>	<b>0,41458659</b>
<b>Percent. Erro</b>	<b>3,05%</b>

O Aluno,

A Orientadora,

**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
 Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 01 / 04 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** OVAR - Recta da Murtosa (N109)

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

**Pára-arranca** ☐

**Simulação Rotunda** ☐

**Perfis de Velocidade** ☒

- Curto ☐
- Longo ☐

- Sem Paragem ☐
- Com Paragem ☐

- 0 ↔ 50 km/h ☐
- 0 ↔ 90 km/h ☒
- 0 ↔ 120 km/h ☐
- 120 ↔ 60 km/h ☐
- Condução Suave ☒
- Condução Intermédia ☐
- Condução Agressiva ☐

**RESULTADOS MOTORES-GERADORES (N.m)**

Ensaio	Binário Máx MG2 Aceleração	Binário Máx MGR Aceleração	Binário Máx Travagem Regenerativa
# 1	210,3	82	300
# 2	192,7	81,7	328
# 3	224,7	85	320
# 4	188,5	80,5	396
# 5	222	83,6	396
# 6	189,1	79,5	332
# 7	189,5	80,8	332
# 8	216,6	84,1	364
# 9	224,5	83,5	376
# 10	188,6	80,2	304
# 11	226,6	84,6	280
# 12	228,1	85	340
# 13	238,6	84,3	312
# 14	224,2	83,2	284
# 15	227,3	84,5	288
# 16	225	84,5	320
# 17	226,1	83,8	320
# 18	188,2	80,1	388
# 19	218,1	83,2	332
# 20	201,6	81,8	308
<b>Média</b>	<b>212,515</b>	<b>82,795</b>	<b>331</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>17,13986658</b>	<b>1,808888871</b>	<b>35,91510458</b>
<b>Erro</b>	<b>5,854978423</b>	<b>0,617916438</b>	<b>12,26859972</b>
<b>Percentagem Erro</b>	<b>2,76%</b>	<b>0,75%</b>	<b>3,71%</b>

	Média Binário MG2
	<i>Aceleração</i>
<b>Média</b>	<b>50,47116673</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>38,72818161</b>
<b># Elem</b>	<b>19259</b>
<b>t-value</b>	<b>1,645</b>
<b>Erro</b>	<b>0,459067071</b>
<b>Percent. Erro</b>	<b>0,91%</b>
	<i>Constante</i>
<b>Média</b>	<b>-5,228846154</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>6,415679712</b>
<b># Elem</b>	<b>15600</b>
<b>t-value</b>	<b>1,645</b>
<b>Erro</b>	<b>0,08449797</b>
<b>Percent. Erro</b>	<b>-1,62%</b>

O Aluno,

A Orientadora,



**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
 Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 02 / 04 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** OVAR - Recta da Murtosa (N109)

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

**Pára-arranca** ☐

**Simulação Rotunda** ☐

**Perfis de Velocidade** ☒

- Curto ☐
- Longo ☐

- Sem Paragem ☐
- Com Paragem ☐

• 0 ↔ 50 km/h ☐

• 0 ↔ 90 km/h ☒

• 0 ↔ 120 km/h ☐

• 120 ↔ 60 km/h ☐

• Condução Suave ☐

• Condução Intermédia ☒

• Condução Agressiva ☐

**RESULTADOS MOTORES-GERADORES (N.m)**

Ensaio	Binário Máx MG2 Aceleração	Binário Máx MGR Aceleração	Binário Máx Travagem Regenerativa
# 1	298,6	80,3	488
# 2	314,3	108	488
# 3	316,8	108	488
# 4	316,2	120,8	472
# 5	314,2	108	448
# 6	317,6	108	472
# 7	318	108	476
# 8	312	108,2	488
# 9	315	124,7	488
# 10	317,1	108	484
# 11	279,6	121,2	488
# 12	268	108	476
# 13	318,3	120	488
# 14	317,5	108	488
# 15	316,1	127	488
# 16	318,7	108	472
# 17	320,3	123,6	472
# 18	306,2	108	488
# 19	319,7	108	488
# 20	318,7	108	468
<b>Média</b>	<b>311,145</b>	<b>111,09</b>	<b>480,4</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>13,84544291</b>	<b>10,10913605</b>	<b>10,69382508</b>
<b>Erro</b>	<b>4,729603299</b>	<b>3,453280873</b>	<b>3,653010646</b>
<b>Percentagem Erro</b>	<b>1,52%</b>	<b>3,11%</b>	<b>0,76%</b>

**Média Binário  
MG2**

**Aceleração**

<b>Média</b>	<b>189,2449635</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>46,52122952</b>
<b># Elem</b>	<b>7128</b>
<b>t-value</b>	<b>1,645</b>
<b>Erro</b>	<b>0,906427851</b>
<b>Percent. Erro</b>	<b>0,48%</b>

**Constante**

<b>Média</b>	<b>4,22017118</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>13,30079335</b>
<b># Elem</b>	<b>15656</b>
<b>t-value</b>	<b>1,645</b>
<b>Erro</b>	<b>0,17486506</b>
<b>Percent. Erro</b>	<b>4,14%</b>

O Aluno,

A Orientadora,

**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
 Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 02 / 04 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** OVAR - Recta da Murtosa (N109)

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

**Pára-arranca** ☐

**Simulação Rotunda** ☐

**Perfis de Velocidade** ☒

- Curto ☐
- Longo ☐

- Sem Paragem ☐
- Com Paragem ☐

- 0 ↔ 50 km/h ☐
- 0 ↔ 90 km/h ☒
- 0 ↔ 120 km/h ☐
- 120 ↔ 60 km/h ☐
- Condução Suave ☐
- Condução Intermédia ☐
- Condução Agressiva ☒

**RESULTADOS MOTORES-GERADORES (N.m)**

Ensaio	Binário Máx MG2 Aceleração	Binário Máx MGR Aceleração	Binário Máx Travagem Regenerativa
# 1	335,8	127,5	488
# 2	336	126,7	488
# 3	336	129,2	488
# 4	336	128,8	488
# 5	336	127,7	488
# 6	335,8	127,6	488
# 7	336	129	488
# 8	336	129,2	488
# 9	336	128,2	488
# 10	335,7	128,7	488
# 11	336	129,3	488
# 12	335,7	127,7	488
# 13	336	128,8	488
# 14	335,8	126,7	476
# 15	336	129,1	476
# 16	335,8	128,6	476
# 17	336	129,3	476
# 18	335,8	128,6	484
# 19	335,7	129	476
# 20	336	129	472
<b>Média</b>	<b>335,905</b>	<b>128,435</b>	<b>484</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,123437604</b>	<b>0,833050829</b>	<b>5,947135533</b>
<b>Erro</b>	<b>0,042166286</b>	<b>0,284570163</b>	<b>2,031541498</b>
<b>Percentagem Erro</b>	<b>0,01%</b>	<b>0,22%</b>	<b>0,42%</b>

	Média Binário MG2
	<i>Aceleração</i>
<b>Média</b>	<b>269,7895895</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>45,99042745</b>
<b># Elem</b>	<b>4409</b>
<b>t-value</b>	<b>1,645</b>
<b>Erro</b>	<b>1,139366114</b>
<b>Percent. Erro</b>	<b>0,42%</b>
	<i>Constante</i>
<b>Média</b>	<b>-6,631962085</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>28,41474856</b>
<b># Elem</b>	<b>15825</b>
<b>t-value</b>	<b>1,645</b>
<b>Erro</b>	<b>0,37156762</b>
<b>Percent. Erro</b>	<b>-5,60%</b>

O Aluno,

A Orientadora,

**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 02 / 04 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** OVAR - Recta da Murtosa (N109)

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

**Pára-arranca** ☐

**Simulação Rotunda** ☐

**Perfis de Velocidade** ☒

- Curto ☐
- Longo ☐

- Sem Paragem ☐
- Com Paragem ☐

• 0 ↔ 50 km/h ☐

• 0 ↔ 90 km/h ☐

• 0 ↔ 120 km/h ☒

• 120 ↔ 60 km/h ☐

• Condução Suave ☒

• Condução Intermédia ☐

• Condução Agressiva ☐

**RESULTADOS MOTORES-GERADORES (N.m)**

Ensaio	Binário Máx MG2 Aceleração	Binário Máx MGR Aceleração	Binário Máx Travagem Regenerativa
# 1	238,5	86,5	372
# 2	204	81,5	420
# 3	230,6	84,5	392
# 4	226,6	84,7	412
# 5	174,8	76,5	296
# 6	228,1	84	400
# 7	191,1	80,2	432
# 8	224,1	84	396
# 9	229,8	86,5	432
# 10	226,3	83,7	408
# 11	228,5	84,3	420
# 12	227,5	85	380
# 13	231,6	85,2	384
# 14	238	84,6	380
# 15	227	84,5	440
# 16	238,5	85,8	468
# 17	226,1	83,6	432
# 18	212,3	91,5	436
# 19	230,8	84,3	176
# 20	231,2	84,7	432
<b>Média</b>	<b>223,27</b>	<b>84,28</b>	<b>395,4</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>16,14669919</b>	<b>2,829096936</b>	<b>62,87531521</b>
<b>Erro</b>	<b>5,515712443</b>	<b>0,966419513</b>	<b>21,47820768</b>
<b>Percentagem Erro</b>	<b>2,47%</b>	<b>1,15%</b>	<b>5,43%</b>

	Média Binário MG2
	<i>Aceleração</i>
<b>Média</b>	<b>29,32035947</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>34,56788103</b>
<b># Elem</b>	<b>38390</b>
<b>t-value</b>	<b>1,645</b>
<b>Erro</b>	<b>0,290221515</b>
<b>Percent. Erro</b>	<b>0,99%</b>
	<i>Constante</i>
<b>Média</b>	<b>-12,00466535</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>5,721153876</b>
<b># Elem</b>	<b>15733</b>
<b>t-value</b>	<b>1,645</b>
<b>Erro</b>	<b>0,075031523</b>
<b>Percent. Erro</b>	<b>-0,63%</b>

O Aluno,

A Orientadora,

**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
 Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 13 / 05 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** OVAR - Recta da Murtosa (N109)

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

**Pára-arranca** ☐

**Simulação Rotunda** ☐

**Perfis de Velocidade** ☒

- Curto ☐
- Longo ☐

- Sem Paragem ☐
- Com Paragem ☐

- 0 ↔ 50 km/h ☐
- 0 ↔ 90 km/h ☐
- 0 ↔ 120 km/h ☒
- 120 ↔ 60 km/h ☐
- Condução Suave ☐
- Condução Intermédia ☒
- Condução Agressiva ☐

**RESULTADOS MOTORES-GERADORES (N.m)**

Ensaio	Binário Máx MG2 Aceleração	Binário Máx MGR Aceleração	Binário Máx Travagem Regenerativa	Média Binário MG2
# 1	315	108,6	488	Aceleração
# 2	317,1	121,7	488	Média
# 3	262,2	108,1	488	D. Padrão
# 4	314	108	488	# Elem
# 5	317	108,8	488	t-value
# 6	318,6	108	488	Erro
# 7	317,5	108	488	Percent. Erro
# 8	316,8	122,2	488	
# 9	318,2	108	488	Constante
# 10	312,8	120,1	488	Média
# 11	316	108	488	D. Padrão
# 12	313,7	108	488	# Elem
# 13	277,6	120,6	484	t-value
# 14	315,3	108,8	488	Erro
# 15	312,8	108	488	Percent. Erro
# 16	309	108,2	488	
# 17	314,2	108	488	
# 18	315,2	108	488	
# 19	315,5	108	488	
# 20	314,7	108	468	
Média	310,66	110,755	486,8	
Desvio Padrão	14,32970415	5,352763674	4,514304749	
Erro	4,895026938	1,828504071	1,542086502	
Porcentagem Erro	1,58%	1,65%	0,32%	

O Aluno,

A Orientadora,

**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
 Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 02 / 04 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** OVAR - Recta da Murtosa (N109)

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

**Pára-arranca** ☐

**Simulação Rotunda** ☐

**Perfis de Velocidade** ☒

- Curto ☐
- Longo ☐

- Sem Paragem ☐
- Com Paragem ☐

• 0 ↔ 50 km/h ☐

• 0 ↔ 90 km/h ☐

• 0 ↔ 120 km/h ☒

• 120 ↔ 60 km/h ☐

• Condução Suave ☐

• Condução Intermédia ☐

• Condução Agressiva ☒

**RESULTADOS MOTORES-GERADORES (N.m)**

Ensaio	Binário Máx MG2 Aceleração	Binário Máx MGR Aceleração	Binário Máx Travagem Regenerativa
# 1	336	127,6	488
# 2	336	128,7	488
# 3	335,8	129	488
# 4	336	129,2	476
# 5	335,7	128,3	476
# 6	336	129,1	476
# 7	335,7	129	472
# 8	336	129,2	476
# 9	336	129,1	460
# 10	336	129,3	420
# 11	336	129,2	472
# 12	336	129,2	472
# 13	335,1	127	476
# 14	336	129,5	464
# 15	336	129,3	476
# 16	335,6	128,5	472
# 17	336	129,6	476
# 18	336	129,3	156
# 19	336	129,5	252
# 20	335,7	129,3	472
<b>Média</b>	<b>335,88</b>	<b>128,945</b>	<b>445,4</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,228496228</b>	<b>0,654116519</b>	<b>85,19229024</b>
<b>Erro</b>	<b>0,078054312</b>	<b>0,223446203</b>	<b>29,10168634</b>
<b>Percentagem Erro</b>	<b>0,02%</b>	<b>0,17%</b>	<b>6,53%</b>

	Média Binário MG2
	<i>Aceleração</i>
<b>Média</b>	<b>230,8805913</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>64,4941281</b>
<b># Elem</b>	<b>7002</b>
<b>t-value</b>	<b>1,645</b>
<b>Erro</b>	<b>1,267870873</b>
<b>Percent. Erro</b>	<b>0,55%</b>
	<i>Constante</i>
<b>Média</b>	<b>-5,952114944</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>27,21965065</b>
<b># Elem</b>	<b>16147</b>
<b>t-value</b>	<b>1,645</b>
<b>Erro</b>	<b>0,352372921</b>
<b>Percent. Erro</b>	<b>-5,92%</b>

O Aluno,

A Orientadora,

**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
 Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 01 / 04 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** S. JACINTO - Base Militar

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

**Pára-arranca** ☐

**Simulação Rotunda** ☐

**Perfis de Velocidade** ☒

- Curto ☐
- Longo ☐

- Sem Paragem ☐
- Com Paragem ☐

• 0 ↔ 50 km/h ☐

• 0 ↔ 90 km/h ☐

• 0 ↔ 120 km/h ☐

• 120 ↔ 60 km/h ☒

• Condução Suave ☒

• Condução Intermédia ☐

• Condução Agressiva ☐

**RESULTADOS MOTORES-GERADORES (N.m)**

Ensaio	Binário Máx MG2 Aceleração	Binário Máx MGR Aceleração	Binário Máx Travagem Regenerativa
# 1	135,3	0	236
# 2	128,2	0	224
# 3	122,2	0	216
# 4	127,2	0	204
# 5	108,5	0	204
# 6	128,5	0	232
# 7	125,3	0	220
# 8	123,3	0	208
# 9	120,5	0	236
# 10	111,6	0	240
# 11	126,5	0	224
# 12	130,3	0	232
# 13	125,3	0	240
# 14	128,6	0	240
# 15	113,2	0	232
# 16	128,7	0	232
# 17	123,8	0	216
# 18	126,2	0	224
# 19	122,6	0	112
# 20	127,1	0	216
<b>Média</b>	<b>124,145</b>	<b>0</b>	<b>219,4</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>6,533514811</b>	<b>0</b>	<b>27,81215183</b>
<b>Erro</b>	<b>2,23184866</b>	<b>0</b>	<b>9,500631065</b>
<b>Percentagem Erro</b>	<b>1,80%</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>4,33%</b>

**Média Binário  
MG2**

*Constante*

**Média** 18,00938262

**D. Padrão** 6,922548264

**# Elem** 7791

**t-value** 1,645

**Erro** 0,12901354

**Percent. Erro** 0,72%

*Aceleração*

**Média** 42,07611371

**D. Padrão** 20,50770518

**# Elem** 16252

**t-value** 1,645

**Erro** 0,264624202

**Percent. Erro** 0,63%

O Aluno,

A Orientadora,

**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
 Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 31 / 03 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** S. JACINTO - Base Militar

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

**Pára-arranca** ☐

**Simulação Rotunda** ☐

**Perfis de Velocidade** ☒

- Curto ☐
- Longo ☐

- Sem Paragem ☐
- Com Paragem ☐

- 0 ↔ 50 km/h ☐
- 0 ↔ 90 km/h ☐
- 0 ↔ 120 km/h ☐
- 120 ↔ 60 km/h ☒
- Condução Suave ☐
- Condução Intermédia ☒
- Condução Agressiva ☐

**RESULTADOS MOTORES-GERADORES (N.m)**

Ensaio	Binário Máx MG2 Aceleração	Binário Máx MGR Aceleração	Binário Máx Travagem Regenerativa	Média Binário MG2
				<i>Constante</i>
# 1	151,1	0	220	
# 2	162,1	0	224	
# 3	153,3	0	236	
# 4	151,5	0	212	
# 5	157,3	0	128	
# 6	163,6	0	220	
# 7	157,1	0	236	
# 8	155	0	240	
# 9	181,7	0	240	
# 10	160,5	0	232	
# 11	155,2	0	224	
# 12	160,8	0	240	
# 13	168	0	212	
# 14	159,7	0	232	
# 15	167,8	0	236	
# 16	171,2	0	236	
# 17	163,2	0	212	
# 18	160	0	224	
# 19	160,2	0	236	
# 20	170,3	0	236	
<b>Média</b>	<b>161,48</b>	<b>0</b>	<b>223,8</b>	
<b>Desvio Padrão</b>	<b>7,511997422</b>	<b>0</b>	<b>24,53697532</b>	
<b>Erro</b>	<b>2,566098319</b>	<b>0</b>	<b>8,38183077</b>	
<b>Percentagem Erro</b>	<b>1,59%</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>3,75%</b>	

	<i>Aceleração</i>
<b>Média</b>	<b>119,4512385</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>20,81184736</b>
<b># Elem</b>	<b>8074</b>
<b>t-value</b>	<b>1,645</b>
<b>Erro</b>	<b>0,381006304</b>
<b>Percent. Erro</b>	<b>0,32%</b>

O Aluno,

A Orientadora,

**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
 Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 31 / 03 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** S. JACINTO - Base Militar

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

**Pára-arranca** ☐

**Simulação Rotunda** ☐

**Perfis de Velocidade** ☒

- Curto ☐
- Longo ☐

- Sem Paragem ☐
- Com Paragem ☐

• 0 ↔ 50 km/h ☐

• 0 ↔ 90 km/h ☐

• 0 ↔ 120 km/h ☐

• 120 ↔ 60 km/h ☒

• Condução Suave ☐

• Condução Intermédia ☐

• Condução Agressiva ☒

**RESULTADOS MOTORES-GERADORES (N.m)**

Ensaio	Binário Máx MG2 Aceleração	Binário Máx MGR Aceleração	Binário Máx Travagem Regenerativa
# 1	211,2	80,2	252
# 2	215	81,8	156
# 3	214,8	80,8	156
# 4	215,7	86,2	140
# 5	218,1	82,7	248
# 6	215,1	83,5	268
# 7	218	80	284
# 8	216,6	77,3	248
# 9	226,3	66,1	160
# 10	219,5	76,6	236
# 11	216,1	83,8	248
# 12	217,1	84	236
# 13	217,2	77,7	252
# 14	223,6	78,5	236
# 15	216,6	82	144
# 16	216,3	79,3	232
# 17	221,3	77,8	244
# 18	218,6	80,5	240
# 19	224	95,8	276
# 20	218,7	79,5	248
<b>Média</b>	<b>217,99</b>	<b>80,705</b>	<b>225,2</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>3,563691167</b>	<b>5,436085569</b>	<b>45,90333092</b>
<b>Erro</b>	<b>1,217356903</b>	<b>1,85696683</b>	<b>15,68057784</b>
<b>Percentagem Erro</b>	<b>0,56%</b>	<b>2,30%</b>	<b>6,96%</b>

**Média Binário  
MG2**

*Constante*

**Média** 22,62189858

**D. Padrão** 8,776368094

**# Elem** 7553

**t-value** 1,645

**Erro** 0,166119643

**Percent. Erro** 0,73%

*Aceleração*

**Média** 153,5219333

**D. Padrão** 43,34106749

**# Elem** 5731

**t-value** 1,645

**Erro** 0,941781818

**Percent. Erro** 0,61%

O Aluno,

A Orientadora,



**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
 Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 14 / 05 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** OVAR - Rotunda da recta da Murtosa (N109)

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

**Pára-arranca** ☐

**Simulação Rotunda** ☒

**Perfis de Velocidade** ☐

- Curto ☐
- Longo ☐

- Sem Paragem ☒
- Com Paragem ☐

- 0 ↔ 50 km/h ☐
- 0 ↔ 90 km/h ☐
- 0 ↔ 120 km/h ☐
- 120 ↔ 60 km/h ☐
- Condução Suave ☐
- Condução Intermédia ☐
- Condução Agressiva ☐

**RESULTADOS MOTORES-GERADORES (N.m)**

Ensaio	Binário Máx MG2 Aceleração	Binário Máx MGR Aceleração	Binário Máx Travagem Regenerativa
# 1	136,6	0	156
# 2	148,3	0	156
# 3	153,3	0	164
# 4	142,2	0	152
# 5	132,3	0	144
# 6	140,2	0	148
# 7	141,2	0	188
# 8	153,5	0	192
# 9	152,6	0	316
# 10	138,7	0	132
# 11	140,3	0	156
# 12	150,6	0	180
# 13	147,2	0	196
# 14	153,7	0	160
# 15	151,5	0	176
# 16	137,5	0	196
# 17	133,6	0	176
# 18	169,3	0	156
# 19	155,8	0	136
# 20	150	0	128
<b>Média</b>	<b>146,42</b>	<b>0</b>	<b>170,4</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>9,121668822</b>	<b>0</b>	<b>40,00842017</b>
<b>Erro</b>	<b>3,11596207</b>	<b>0</b>	<b>13,66687633</b>
<b>Percentagem Erro</b>	<b>2,13%</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>8,02%</b>

	Média Binário MG2
<b>Constante</b>	
<b>Média</b>	<b>25,41244052</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>10,99875735</b>
<b># Elem</b>	<b>8826</b>
<b>t-value</b>	<b>1,645</b>
<b>Erro</b>	<b>0,192587263</b>
<b>Percent. Erro</b>	<b>0,76%</b>
	<b>Aceleração</b>
<b>Média</b>	<b>50,16855302</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>28,9350896</b>
<b># Elem</b>	<b>7139</b>
<b>t-value</b>	<b>1,645</b>
<b>Erro</b>	<b>0,563341885</b>
<b>Percent. Erro</b>	<b>1,12%</b>

O Aluno,

A Orientadora,

**Universidade de Aveiro,**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**  
 Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

**ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Dia:** 14 / 05 / 2009

**Nome:** Marco Luzia

**Local:** OVAR - Rotunda da recta da Murtosa (N109)

**Orientadora:** Margarida Coelho

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

**CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO**

**Pára-arranca** ☐

**Simulação Rotunda** ☒

**Perfis de Velocidade** ☐

- Curto ☐
- Longo ☐

- Sem Paragem ☐
- Com Paragem ☒

- 0 ↔ 50 km/h ☐
- 0 ↔ 90 km/h ☐
- 0 ↔ 120 km/h ☐
- 120 ↔ 60 km/h ☐
- Condução Suave ☐
- Condução Intermédia ☐
- Condução Agressiva ☐

**RESULTADOS MOTORES-GERADORES (N.m)**

Ensaio	Binário Máx MG2 Aceleração 1	Binário Máx MG2 Aceleração 2	Binário Máx MGR Aceleração 1	Binário Máx Travagem Regenerativa		Média Binário MG2
# 1	144	145,1	72	272		Aceleração 1
# 2	138	156,8	69	260	Média	97,84158143
# 3	156,1	146,5	76,7	204	D. Padrão	24,02966668
# 4	134,6	139	66,2	212	# Elem	5084
# 5	131,2	178,7	64,6	220	t-value	1,645
# 6	123	164,8	61,1	216	Erro	0,554384243
# 7	119,1	136,2	58,6	232	Percent. Erro	0,57%
# 8	115,8	152,3	57,3	220		
# 9	132,5	139,3	65,1	216		Constante
# 10	147	141,8	73,7	192	Média	16,5904627
# 11	132,5	134,3	66	200	D. Padrão	11,59120352
# 12	136,8	136,7	74,3	228	# Elem	6354
# 13	167,6	158,8	69,1	224	t-value	1,645
# 14	128,3	142,8	63,5	208	Erro	0,239205317
# 15	110,8	120	54	244	Percent. Erro	1,44%
# 16	140,2	154,6	70,3	224		
# 17	141,2	148	69,1	256		Aceleração 2
# 18	173	131,7	74,6	192	Média	44,35644534
# 19	119,3	145,1	59,1	196	D. Padrão	29,64313161
# 20	108,3	134,3	53	384	# Elem	7455
Média	134,965	145,34	65,865	230	t-value	1,645
Desvio Padrão	17,22471526	13,12407992	6,970258245	42,52058325	Erro	0,564762901
Erro	5,883962733	4,4831857	2,381040216	14,52503124	Percent. Erro	1,27%
Percentagem Erro	4,36%	3,08%	3,62%	6,32%		

O Aluno,

A Orientadora,

#### **8.4 Anexo D**

O anexo D é composto pelos consumos de gasolina registados pelo veículo nos diferentes ensaios efectuados.

ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO																																			
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  Nome: Marco Luzia  Orientadora: Margarida Coelho													Dia: 12 / 02 / 2009																						
													Local: OVAR - Zona Residencial																						
													Observações: Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis																						
CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO																																			
<div>Pára-arranca <input type="checkbox"/></div> <div>• Curto <input type="checkbox"/></div> <div>• Longo <input type="checkbox"/></div>													<div>Simulação de Rotunda <input type="checkbox"/></div> <div>• Sem Paragem <input type="checkbox"/></div> <div>• Com Paragem <input type="checkbox"/></div>													<div>Perfis de Velocidade <input checked="" type="checkbox"/></div> <div>• 0 ↔ 50 km/h <input checked="" type="checkbox"/></div> <div>• 0 ↔ 90 km/h <input type="checkbox"/></div> <div>• 0 ↔ 120 km/h <input type="checkbox"/></div> <div>• 120 ↔ 60 km/h <input type="checkbox"/></div> <div>• Condução Suave <input checked="" type="checkbox"/></div> <div>• Condução Intermédia <input type="checkbox"/></div> <div>• Condução Agressiva <input type="checkbox"/></div>									
CONSUMO INSTANTÂNEO DO VEÍCULO ( l / 100 km)																																			
Ensaio	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8	# 9	# 10	# 11	# 12	# 13	# 14	# 15	# 16	# 17	# 18	# 19	# 20	# 21	# 22	# 23	# 24	# 25	Média									
ACELERAÇÃO	67,3	37,1	62,4	24,1	59,8	67,6	58,8	67,5	66,5	49,3	48,8	40,3	49,6	79,0	50,6	49,5	61,1	85,0	83,4	19,2	51,3	53,7	46,3	64,4	62,7	36,051									
	50,8	37,1	62,4	42,0	59,8	67,6	58,8	55,9	61,7	49,3	48,8	40,3	52,3	48,5	50,6	49,5	61,1	60,2	61,3	37,8	51,3	43,1	42,7	54,3	62,7										
	50,8	44,0	49,1	42,0	54,6	57,6	46,8	55,9	61,7	45,6	47,4	54,7	52,3	48,5	45,7	50,2	56,0	60,2	61,3	37,8	39,3	43,1	42,7	48,0	62,4										
	41,4	38,0	39,4	41,0	54,6	44,8	46,8	41,0	40,1	46,4	47,4	56,9	43,0	42,9	45,7	45,9	47,5	45,3	46,2	36,4	39,3	39,5	39,4	48,0	45,7										
	41,4	38,0	39,4	39,5	43,9	44,8	39,3	41,0	43,0	46,4	40,1	56,9	43,0	42,9	42,9	45,9	47,5	45,3	46,2	36,4	42,4	36,1	39,4	39,6	45,7										
	48,5	32,4	41,0	39,5	37,7	38,3	37,7	41,0	43,0	38,8	41,2	42,4	39,6	42,4	38,9	36,5	40,3	41,1	39,3	30,7	42,4	36,1	35,7	39,6	40,7										
	40,6	32,4	41,0	32,0	37,7	38,3	37,7	34,3	36,0	38,8	41,2	42,4	37,3	33,7	38,9	36,5	40,3	37,1	36,3	30,7	32,0	31,2	30,7	34,7	40,7										
	40,6	28,5	34,3	32,0	34,1	36,2	31,9	34,3	36,0	34,5	31,0	41,5	37,3	33,7	34,4	34,6	34,1	37,1	36,3	28,4	34,3	31,2	30,7	34,7	35,5										
	36,3	29,4	30,3	30,4	34,1	30,8	31,9	32,9	34,2	31,0	31,0	32,9	35,3	33,5	34,4	33,3	34,3	33,2	36,8	22,0	34,3	30,0	31,1	31,3	35,9										
	31,2	29,4	30,3	29,4	34,5	30,8	32,9	30,1	29,8	31,0	33,4	32,9	35,3	29,4	31,7	33,3	34,3	29,9	36,8	22,0	28,2	28,3	29,0	30,5	35,9										
	31,2	26,3	30,6	29,4	31,8	28,3	27,6	28,1	29,8	30,1	29,3	33,5	30,6	31,1	29,1	30,5	28,9	29,9	33,2	19,7	28,2	28,3	29,0	30,5	29,3										
	30,7	26,3	30,6	25,3	31,8	28,3	27,6	28,1	29,1	28,2	29,3	33,5	29,7	31,1	29,1	28,4	28,9	29,0	27,6	19,7	26,7	25,1	26,9	28,8	29,3										
	31,1	21,0	26,3	25,3	29,3	27,7	30,7	27,1	29,1	28,2	31,0	30,5	29,7	27,2	31,0	28,4	30,7	29,0	27,6	19,9	29,0	25,1	26,9	27,7	30,1										
	31,1	21,0	26,7	25,0	27,2	24,4	28,2	24,0	28,2	27,2	27,3	28,3	29,9	25,9	31,0	28,2	29,6	27,0	28,2	19,9	29,0	23,3	27,3	27,7	26,9										
	20,0	21,0	26,7		27,2	24,4	28,2	24,0	28,2	27,2	27,3	28,3	28,4	25,9	27,3	27,1	29,6	27,0	29,6	20,6	25,4	23,3													

ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO																																			
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  Nome: Marco Luzia  Orientadora: Margarida Coelho													Dia: 13 / 02 / 2009																						
													Local: OVAR - Zona Residencial																						
													Observações: Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis																						
CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO																																			
<div>Pára-arranca <input type="checkbox"/></div> <div>• Curto <input type="checkbox"/></div> <div>• Longo <input type="checkbox"/></div>													<div>Simulação de Rotunda <input type="checkbox"/></div> <div>• Sem Paragem <input type="checkbox"/></div> <div>• Com Paragem <input type="checkbox"/></div>													<div>Perfis de Velocidade <input checked="" type="checkbox"/></div> <div>• 0 ↔ 50 km/h <input checked="" type="checkbox"/></div> <div>• 0 ↔ 90 km/h <input type="checkbox"/></div> <div>• 0 ↔ 120 km/h <input type="checkbox"/></div> <div>• 120 ↔ 60 km/h <input type="checkbox"/></div> <div>• Condução Suave <input type="checkbox"/></div> <div>• Condução Intermédia <input checked="" type="checkbox"/></div> <div>• Condução Agressiva <input type="checkbox"/></div>									
CONSUMO INSTANTÂNEO DO VEÍCULO ( l / 100 km)																																			
Ensaio	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8	# 9	# 10	# 11	# 12	# 13	# 14	# 15	# 16	# 17	# 18	# 19	# 20	# 21	# 22	# 23	# 24	# 25	Média									
A C E L E R A Ç Ã O	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	76,084									
	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9										
	84,5	85,7	82,4	83,9	95,1	87,0	93,5	84,0	91,0	99,9	80,9	94,2	81,6	92,8	94,7	81,8	74,4	83,4	82,6	99,9	99,9	83,4	83,0	82,6	97,2										
	77,0	77,7	76,2	76,6	75,9	83,3	74,6	83,0	83,4	85,1	80,9	74,7	83,2	84,1	84,2	73,9	69,9	84,9	78,9	74,5	84,2	75,8	84,2	84,3	78,9										
	72,3	65,6	80,0	71,1	71,6	76,2	69,9	68,3	76,3	64,1	77,7	70,2	69,4	69,6	70,8	77,7	79,1	65,0	65,0	77,6	79,3	73,1	79,9	64,3	83,8	Desvio Padrão									
	66,4	67,4	59,9	73,3	67,4	70,6	79,1	70,7	71,0	72,4	71,6	79,5	79,3	79,6	72,2	66,3	73,3	67,8	66,5	71,5	74,0	67,0	67,5	80,2	68,9										
	67,3	57,4	61,4	67,1	68,4	65,9	73,0	71,0	71,6	60,9	67,3	61,6	67,1	61,3	73,1	66,9	67,2	62,6	66,7	73,7	67,8	61,7	67,7	66,9	68,5										
	62,6	36,0	57,4	57,6	58,0	66,4	61,8	60,1	61,7	67,4	61,6	61,4	62,2	62,0	66,9	57,4	53,4	69,0	57,3	67,7	62,4	57,2	57,9	61,9	63,1										
	28,5		54,9	45,6		61,7	57,9	56,0	62,1		32,4	25,1		41,3	45,4	46,5	29,1	53,9		56,5	25,3		27,1	46,7	33,8	18,363									
						32,9	41,5		26,8																										
Média	73,16	73,7	74,67	75	79,53	74,38	75,11	76,99	74,37	81,2	74,69	74,06	80,33	76,72	78,57	74,48	71,8	76,27	77,1	80,13	76,97	77,25	74,12	76,3	77,11										
Desvio Padrão	20,44	20,39	16,49	16,9	15,34	18,91	17,94	14,95	20,64	15,96	19,38	22,36	13,23	18,73	16,9	16,85	20,62	15,57	15,13	15,05	22,63	15,13	21,35	16,83	20,29	Média									
C O N S T A N T E	4,3	7,3	8,9	14,7	17,4	10,7	9,4	14,3	10,0	14,6	7,8	12,0	10,5	14,1	12,0	13,1	9,7	12,2	15,7	19,2	10,0	9,8	8,9												

ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO																																			
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  Nome: Marco Luzia  Orientadora: Margarida Coelho													Dia: 13 / 02 / 2009																						
													Local: OVAR - Zona Residencial																						
													Observações: Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis																						
CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO																																			
<div>Pára-arranca <input type="checkbox"/></div> <div>• Curto <input type="checkbox"/></div> <div>• Longo <input type="checkbox"/></div>													<div>Simulação de Rotunda <input type="checkbox"/></div> <div>• Sem Paragem <input type="checkbox"/></div> <div>• Com Paragem <input type="checkbox"/></div>													<div>Perfis de Velocidade <input checked="" type="checkbox"/></div> <div>• 0 ↔ 50 km/h <input checked="" type="checkbox"/></div> <div>• 0 ↔ 90 km/h <input type="checkbox"/></div> <div>• 0 ↔ 120 km/h <input type="checkbox"/></div> <div>• 120 ↔ 60 km/h <input type="checkbox"/></div> <div>• Condução Suave <input type="checkbox"/></div> <div>• Condução Intermédia <input type="checkbox"/></div> <div>• Condução Agressiva <input checked="" type="checkbox"/></div>									
CONSUMO INSTANTÂNEO DO VEÍCULO ( l / 100 km)																																			
Ensaio	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8	# 9	# 10	# 11	# 12	# 13	# 14	# 15	# 16	# 17	# 18	# 19	# 20	# 21	# 22	# 23	# 24	# 25	Média									
ACELERAÇÃO	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	88,469									
	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9										
	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	95,6	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	88,7	99,9	99,9	99,9										
	99,9	99,9	99,9	99,9	92,2	99,9	99,9	87,8	99,6	99,9	99,9	99,9	99,9	87,1	99,9	89,3	94,6	99,9	99,9	94,6	95,9	99,9	99,8	99,9	99,9										
	99,9	91,6	90,7	99,9	91,6	82,0	81,5	90,3	90,0	81,5	90,4	80,9	99,9	89,3	89,6	73,7	90,3	82,1	81,9	89,3	73,3	71,1	89,9	87,3	81,6	Desvio Padrão									
	74,0	54,3	82,7	91,1	55,9	46,4	89,9	67,5	78,2	45,7	22,4	76,6	90,2	81,2	31,6	48,9	81,6	54,1	75,3	70,9	77,3		62,2	37,1	99,9										
	22,3		20,4	32,7			30,5					30,2	39,7					43,7							41,1										
																											20,043								
Média	85,11	90,92	84,77	89,04	89,9	88	85,93	90,88	94,58	87,8	84,68	83,9	89,91	92,88	86,8	85,27	94,37	77,01	92,8	92,42	91,03	91,9	91,93	87,33	88,89										
Desvio Padrão	27,16	16,65	26,99	23,2	15,62	19,72	23,57	11,55	8,159	19,99	28,06	23,81	20,77	7,422	24,97	18,77	6,726	25,95	10,22	10,37	11,27	11,27	13,79	22,93	20,5	Média									
CONSTANTE	14,2	17,3	12,6	16,6	11,5	13,2	14,1	12,2	13,5	12,7	12,1	13,3	16,8	19,9	13,5	16,0	3,0	21,3	19,8	12,6	14,0	13,6	13,8	11,4	12,8	7,844									
	13,0	13,2	14,7	14,7	13,4	14,6	12,3	13,3	13,5	14,5	13,7	14,9	14,0	16,9	15,8	17,9	0,0	11,1	18,4	13,3	15,3	15,3	11,7	13,7	14,5										
	12,0	12,6	13,1	13,4	13,1	13,2	21,5	14,8	13,5	13,6	13,5	13,7	14,0	12,6	15,4	16,9	0,0	8,0	16,7	15,3	15,0	13,8	15,3	13,9	19,0										
	14,3	11,8	12,3	20,0	13,3	13,3	17,2	13,8	13,5	13,6																									



Universidade de Aveiro,  
Departamento de Engenharia Mecânica  
Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO	Dia: 01 / 04 / 2009
	Local: OVAR - Recta da Murtosa (N109)
	Observações: Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis
Nome: Marco Luzia	
Orientadora: Margarida Coelho	

CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO		
Pára-arranca <input type="checkbox"/>	Simulação de Rotunda <input type="checkbox"/>	Perfis de Velocidade <input checked="" type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"><li>Curto <input type="checkbox"/></li><li>Longo <input type="checkbox"/></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Sem Paragem <input type="checkbox"/></li><li>Com Paragem <input type="checkbox"/></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>0 ↔ 50 km/h <input type="checkbox"/></li><li>0 ↔ 90 km/h <input checked="" type="checkbox"/></li><li>0 ↔ 120 km/h <input type="checkbox"/></li><li>120 ↔ 60 km/h <input type="checkbox"/></li><li>Condução Suave <input checked="" type="checkbox"/></li><li>Condução Intermédia <input type="checkbox"/></li><li>Condução Agressiva <input type="checkbox"/></li></ul>

CONSUMO INSTANTÂNEO DO VEÍCULO ( l / 100 km)																					
Ensaio	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8	# 9	# 10	# 11	# 12	# 13	# 14	# 15	# 16	# 17	# 18	# 19	# 20	Média
A C E L E R A Ç Ã O	99,9	38,0	49,8	35,9	51,1	36,7	36,3	42,2	41,1	37,3	44,8	52,7	73,7	53,2	42,9	50,4	46,8	35,7	40,0	40,7	25,7
	54,6	38,0	49,8	38,9	44,3	36,7	36,3	42,2	41,1	39,4	44,8	52,7	63,2	53,2	45,6	50,4	46,8	36,8	40,0	40,7	
	46,4	41,7	33,5	38,9	38,9	35,5	44,2	47,1	42,3	39,4	41,4	46,0	46,6	47,6	45,6	46,4	46,0	36,8	43,7	34,7	
	46,4	41,7	42,8	34,0	38,9	39,5	35,1	47,1	35,8	37,6	41,4	46,0	42,8	38,8	37,2	46,4	46,0	36,5	31,1	34,7	
	49,5	34,4	42,8	34,0	36,2	39,5	35,1	36,3	35,8	37,6	36,6	40,2	42,8	38,8	37,2	42,7	41,4	33,0	31,1	40,2	
	49,5	35,7	39,7	32,2	35,1	32,1	32,7	36,3	34,6	34,4	37,5	37,8	42,4	35,4	34,1	42,7	38,3	33,0	33,3	32,7	
	42,2	35,7	39,7	28,9	35,1	32,1	32,7	31,2	34,6	29,7	37,5	36,0	42,4	35,4	32,6	37,4	38,3	31,2	33,3	32,7	
	39,1	30,5	34,9	28,9	28,8	32,3	29,9	31,2	30,0	29,7	30,5	36,0	33,4	31,9	32,6	33,2	32,8	31,1	27,5	29,0	
	39,1	30,5	29,1	29,3	28,8	27,7	29,1	30,0	30,2	30,7	30,5	29,6	33,6	30,9	32,0	33,2	32,8	27,7	28,5	26,9	
	39,1	30,1	29,1	28,2	31,5	27,7	29,1	29,7	30,2	30,7	31,1	30,3	33,6	30,9	32,0	32,4	31,8	26,7	28,5	28,0	
	35,2	27,9	30,3	28,2	27,9	27,9	28,7	29,7	30,0	28,1	29,0	30,3	30,8	28,5	29,4	30,3	29,2	26,7	25,5	28,0	
	33,6	27,9	30,3	26,0	27,9	27,0	27,7	25,2	26,6	29,5	29,0	28,0	31,1	28,5	27,2	30,3	29,2	25,9	25,5	26,4	
	33,6	26,9	28,1	26,0	28,2	27,0	27,7	25,2	26,6	29,5	26,9	28,3	31,1	27,3	27,2	29,3	26,9	25,9	26,3	26,4	
	30,9	25,8	26,0	25,1	28,2	25,9	24,7	26,9	26,9	26,1	28,1	28,3	28,5	26,0	26,2	27,1	26,0	24,2	24,4	23,4	
	28,3	25,8	26,0	25,1	25,0	25,1	24,7	23,9	26,9	24,3	28,1	27,1	28,5	26,0	26,2	27,1	26,0	25,1	24,4	23,7	
	31,4	26,0	25,1	25,3	26,0	25,1	24,0	23,9	23,9	24,3	25,0	26,2	27,9	25,4	25,2	26,2	27,2	25,1	23,0	23,7	
	31,4	24,1	25,1	25,3	26,0	24,1	24,0	25,0	25,0	26,4	25,0	26,2	27,9	24,3	24,2	25,2	24,3	23,4	23,0	22,4	
	26,3	24,1	24,2	22,8	25,2	23,5	24,3	24,1	25,0	25,3	23,4	24,2	25,2	24,3	24,2	25,2	24,3	24,4	23,2	23,3	
	28,6	23,5	25,4	23,5	23,4	23,5	24,1	24,1	24,2	23,6	25,3	25,3	25,2	23,3	24,4	23,5	24,5	22,7	23,5	23,3	
	28,6	24,3	24,4	23,5	24,4	22,7	23,5	23,4	23,5	23,6	25,3	25,3	27,4	22,7	25,4	24,3	24,5	22,7	23,5	21,0	
	26,5	24,3	24,4	22,0	24,4	22,7	23,5	23,4	23,5	22,0	23,4	24,5	23,4	25,3	24,3	23,4	22,8	24,3	21,9	22,5	
	26,5	23,5	21,1	22,8	23,5	24,3	22,5	21,1	23,5	25,4	23,4	23,4	25,2	25,3	24,3	24,5	25,5	23,5	21,9	22,5	
	25,4	23,5	21,1	22,8	24,4	21,2	23,3	21,8	21,9	25,4	23,6	21,9	25,2	23,4	25,4	23,5	23,5	22,6	24,0	22,0	Desvio Padrão
	25,1	21,2	24,3	19,9	24,4	22,6	23,3	21,2	21,9	21,3	23,6	21,9	23,4	21,7	23,6	24,2	23,5	24,4	22,6	22,0	
	23,5	21,9	24,3	19,2	21,9	22,6	21,8	21,2	23,4	23,5	21,3	23,5	25,3	21,7	23,6	24,2	24,4	23,5	22,6	19,4	8,4566
	22,6	21,1	22,8	19,2	22,6	21,2	21,8	20,5	25,0	19,9	21,9	22,8	25,3	21,0	22,7	23,5	21,9	23,5	23,4	19,9	
	26,3	21,1	22,8	25,0	21,2	22,0	21,8	20,5	25,0	19,9	21,9	22,0	22,7	21,0	22,7	22,6	23,5	22,0	20,4	19,9	
	26,3	19,9	21,2	19,8	21,2	18,8	19,7	19,2	19,8	22,5	21,0	21,2	24,4	20,4	21,9	21,1	22,7	22,0	20,4	18,8	
	22,6	19,7	21,2	17,6	19,8	18,8	21,0	19,2	21,1	19,2	19,7	19,2	24,4	19,9	21,1	21,9	22,7	19,9	21,9	18,6	
	22,6	19,7	18,8	17,6	21,1	19,7	19,7	18,1	20,4	19,9	19,7	22,5	21,1	19,9	21,1	21,9	21,2	21,1	20,4	18,6	
	24,4	18,6	22,5	21,1	21,1	19,2	19,7	18,1	20,4	19,9	20,4	22,5	21,1	19,1	19,8	21,0	19,8	19,2	20,4	17,9	
	21,2	18,6	18,7	18,6	19,8	19,2	18,0	17,7	18,6	19,2	18,0	18,2	22,3	20,2	20,4	21,0	21,1	20,4	21,7	17,9	
	21,2	19,7	18,7	18,6	19,8	20,4	20,3	17,7	19,2	20,3	19,1	19,2	21,7	19,7	19,8	19,2	19,2	20,4	19,8	17,0	
	21,0	19,7	20,5	18,1	18,1	20,4	18,6	17,0	19,2	18,9	19,1	19,2	21,7	19,7	19,8	19,7	19,2	18,9	19,3	17,0	
	20,5	18,0	19,7	19,7	20,4	18,1	18,6	17,0	17,6	19,8	18,6	20,2	19,8	18,7	19,2	20,4	19,8	18,9	19,3	17,2	
	20,5	17,5	19,7	19,7	20,4	18,1	18,0	18,6	19,1	19,8	20,3	20,2	19,2	17,7	18,7	20,4	18,7	19,8	18,6	18,0	
	21,1	17,5	19,2	17,7	18,6	18,1	17,6	17,0	18,0	17,6	18,1	18,1	20,9	17,7	14,4	18,0	19,9	19,1	18,6	18,0	
	21,1	17,0	18,6	17,1	18,6	17,5	17,6	17,0	18,6	19,2	17,6	17,7	19,8	17,5		18,0	19,9	19,1	18,8	16,4	
	19,1	16,5	18,6	17,1	19,6	17,0	18,5	16,1	18,6	17,1	17,6	17,7	19,8	17,5		19,1	17,6	18,7	17,6	16,1	
	21,1		20,3	16,9	19,1	17,0	16,9	17,4	16,6	17,1	18,4	17,5	20,9	18,4		18,6	18,6	18,7	17,6	16,9	
	18,6		18,2		19,1	13,9	12,5	17,4	17,5	14,3	18,4	18,4	19,3	16,4		18,6		17,1	17,6	16,9	
	19,9		18,2		17,0		12,5	15,5	17,0		15,2	15,3	19,7	16,4		13,8		14,0	16,4	16,7	
	19,9		17,7		18,4			11,9	17,0				19,3						13,7		
	19,2		17,5		16,0				16,8				18,7						13,7		
	17,6		17,0		16,0				16,8				18,7								
	18,6		15,5										17,2								
	18,6		15,5																		
Média	29,887	25,426	25,409	24,263	25,276	24,498	24,312	24,402	24,684	25,107	25,75	26,752	28,23	25,976	26,87	27,198	27,215	24,421	23,907	23,621	
Desvio Padrão	14,019	6,9746	8,5252	6,0651	7,5702	6,4595	6,718	8,47	6,9606	6,5941	7,8041	9,3186	11,309	9,1427	7,3726	9,2398	8,4335	5,619	6,4915	6,9044	Média

Universidade de Aveiro,  
Departamento de Engenharia Mecânica  
Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

C O N S T A N T E	9,8	8,2	4,6	11,9	5,6	4,2	5,5	3,9	9,0	8,7	8,1	5,7	6,4	8,2	9,4	4,8	11,2	7,5	8,5	10,2	7,5
	9,8	8,2	5,4	11,9	5,6	4,2	7,2	5,5	9,0	8,7	8,1	5,3	7,3	9,2	9,2	4,8	9,6	7,5	8,5	5,6	
	5,9	5,9	5,4	6,5	6,0	4,9	7,2	5,5	4,9	8,9	5,7	5,3	7,3	9,2	9,2	4,0	10,0	7,9	8,3	5,6	
	5,9	5,9	7,0	6,5	6,0	4,9	7,2	6,3	4,9	9,3	5,7	5,5	10,9	10,0	9,9	6,3	10,0	7,9	8,8	6,7	
	8,2	6,2	7,0	7,7	6,9	5,6	8,6	6,3	6,4	9,3	6,5	5,5	9,3	9,2	9,9	6,3	9,7	7,9	8,8	6,7	
	8,5	6,2	6,8	7,7	6,9	5,6	8,4	6,8	7,1	9,0	6,5	6,6	9,3	10,0	9,5	7,2	10,1	7,9	8,6	7,4	
	9,9	6,8	7,5	6,0	7,2	6,1	8,4	6,8	7,1	9,0	8,5	6,6	9,5	10,3	9,9	7,2	9,5	9,2	8,6	7,4	
	12,1	7,7	7,5	6,0	7,2	7,5	8,4	6,4	7,1	8,8	8,5	6,8	10,0	10,3	9,9	7,8	10,2	9,2	8,9	7,1	
	12,1	6,4	7,1	5,4	7,8	7,5	8,1	6,4	7,3	8,3	8,5	6,8	10,0	9,9	9,3	7,8	10,2	8,9	8,4	7,1	
	11,7	6,4	7,1	5,8	8,0	6,5	8,5	6,6	7,3	8,3	8,8	6,5	11,2	9,4	9,3	7,3	9,5	8,9	8,4	7,4	
	11,9	6,0	7,6	5,8	8,0	6,5	8,1	7,0	7,7	8,9	8,8	6,5	10,6	9,4	9,3	7,7	10,1	8,7	7,5	7,4	
	11,0	6,0	7,6	5,5	7,8	6,1	8,1	7,0	7,7	8,9	8,8	7,0	10,6	9,9	10,1	7,7	10,1	8,4	7,5	6,8	
	11,0	6,0	7,4	5,5	7,8	6,1	8,6	7,0	7,3	8,4	8,8	7,0	10,4	8,9	9,4	8,0	9,6	8,4	7,5	6,8	
	11,6	5,7	7,4	5,8	8,0	6,7	8,6	7,0	7,9	8,4	8,5	7,0	10,9	8,9	10,0	8,0	9,1	8,9	6,5	7,0	
	11,6	5,7	8,3	5,8	8,0	6,7	8,0	7,0	7,9	6,6	8,5	7,2	11,9	8,5	9,4	8,3	8,6	8,9	6,5	7,0	
	10,6	5,7	8,8	5,8	7,8	7,1	8,0	6,8	7,3	7,2	7,8	7,7	10,7	9,6	9,4	8,3	8,6	8,3	7,3	5,3	
	9,9	6,0	8,8	6,2	7,8	7,1	8,2	6,8	8,0	7,0	7,8	7,3	10,7	9,6	9,2	8,5	9,0	8,3	7,3	5,3	
	9,9	6,0	8,8	6,2	8,0	6,3	8,0	6,6	8,0	6,7	8,5	7,8	10,5	8,7	9,0	8,5	9,0	8,5	6,5	5,5	Desvio Padrão
	9,2	6,0	9,1	6,2	8,0	6,3	8,0	7,1	7,5	6,9	8,1	8,5	10,2	7,7	9,0	8,3	8,5	8,5	6,9	5,3	
	9,8	5,7	9,1	6,2	7,8	5,8	8,4	7,1	7,5	6,4	8,1	8,5	9,9	7,7	8,6	8,5	8,3	7,8	6,9	5,5	
	9,8	5,7	9,7	6,0	7,8	5,8	7,5	6,6	7,9	6,7	8,1	8,1	9,5	7,3	8,6	8,5	8,3	7,8	6,9	5,5	
	10,9	5,9	10,0	6,0	8,0	6,3	7,5	6,6	7,9	6,9	8,1	7,6	10,2	7,3	9,2	8,3	7,7	7,8	6,6	5,5	
	9,5	5,9	10,0	5,6	7,3	6,3	7,9	6,8	7,3	6,4	8,1	7,9	11,1	7,1	8,6	8,0	8,0	8,1	6,6	5,5	
	9,5	5,5	8,9	5,6	7,8	6,1	7,9	6,8	7,9	6,4	7,9	7,9	10,2	6,6	9,5	8,9	8,0	7,9	6,1	5,5	
	11,0	5,5	9,1	5,9	7,8	6,1	7,7	6,5	7,5	6,1	7,9	7,3	10,2	7,6	9,5	8,0	8,3	7,9	6,1	5,2	
	10,3	6,0	9,1	5,7	7,5	6,1	7,7	5,1	7,3	5,3	7,4	5,5	9,5	7,6	9,3	8,0	8,3	8,3	5,7	5,2	
	10,3	6,0	8,8	5,7	7,5	6,1	7,3	2,2	7,3	2,0	7,9	2,1	9,9	8,3	4,6	9,1	7,7	8,3	5,7	3,8	
	10,5	5,6	8,8	6,0	7,7	6,1	7,3		7,3		7,9	2,1	9,9	8,3	2,8	7,8	6,2	8,5	5,7	2,0	
	10,1	5,6	7,1	6,0	7,7	5,8	7,3		6,7		7,0		9,3	8,9		8,5	2,7	6,5	5,7		
	10,1	5,8	7,1	5,7	7,3	5,8	7,1		6,7		3,5		9,3	8,9		8,5		6,5	5,7		
	10,1	5,8	2,5	5,7	7,1	4,8	7,1		2,4		3,5		9,9	5,5		7,0		3,1	5,1		
	10,5	4,9		4,3	7,8	2,0	3,5				2,0		9,9	5,5		2,5			2,7		
	10,1	2,1		2,0	7,8		3,0						5,8	2,0							
	10,1				7,1								2,4	2,0							
	9,8				7,1								2,2								
	3,5				7,1																
					4,9																
					2,0																
Média	9,9028	5,9697	7,7226	6,2	7,1974	5,9063	7,5242	6,3148	7,1968	7,537	7,4344	6,5571	9,34	8,1618	8,9643	7,45	8,831	8,0065	7,025	6,1179	
Desvio Padrão	1,7299	0,9753	1,6164	1,7001	1,1435	1,0515	1,2526	1,0704	1,2162	1,5884	1,6484	1,5433	2,1477	1,9645	1,5307	1,4767	1,5501	1,096	1,3636	1,429	

$$Erro\ (95\%\ IC) = \frac{\sigma \times t - value}{\sqrt{\# amostras}}$$

	MÉDIA (l/100 km)	ERRO	Percentagem Erro
Fase Aceleração	25,681	0,477429611	1,86%
Fase Velocidade Constante	7,494	0,12282268	1,64%

t-value (95%) / ∞ amostras	1,645
# de amostras Aceleração	849
# de amostras Constante	630

O Aluno,

A Orientadora,



## ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO

**A Orientadora,**

## ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO

**Dia:** 02 / 04 / 2009

**Local:** OVAR - Recta da Murtosa (N109)

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

## CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO

**Simulação de Rotunda** ☐

## Perfis de Velocidade

- Sem Paragem ☐
- Com Paragem ☐

- $0 \leftrightarrow 50 \text{ km/h}$
- $0 \leftrightarrow 90 \text{ km/h}$
- $0 \leftrightarrow 120 \text{ km/h}$
- $120 \leftrightarrow 60 \text{ km/h}$

- Condução Suave ☐
- Condução Intermédia ☐
- Condução Agressiva ☒

### CONSUMO INSTANTÂNEO DO VEÍCULO ( l / 100 km)

$$Erro (95\% IC) = \frac{\sigma \times t - value}{\sqrt{\# amostras}}$$

<b>t-value (95%) / ∞ amostras</b>	1,645
<b># de amostras Aceleração</b>	241
<b># de amostras Constante</b>	727

	MÉDIA (l/100 km)	ERRO	Percentagem Erro
Fase Aceleração	85,572	1,415631612	1,65%
Fase Velocidade Constante	9,634	0,208146549	2,16%

## A Orientadora,

Universidade de Aveiro,  
Departamento de Engenharia Mecânica  
Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Nome: Marco Luzia

Orientadora: Margarida Coelho

Dia: 02 / 04 / 2009

Local: OVAR - Recta da Murtosa (N109)

Observações: Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO

Pára-arranca

Curto

Longo

Simulação de Rotunda

Sem Paragem

Com Paragem

Perfis de Velocidade

0 ↔ 50 km/h

0 ↔ 90 km/h

0 ↔ 120 km/h

120 ↔ 60 km/h

Condução Suave

Condução Intermédia

Condução Agressiva

CONSUMO INSTANTÂNEO DO VEÍCULO ( l / 100 km)

Ensaio	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8	# 9	# 10	# 11	# 12	# 13	# 14	# 15	# 16	# 17	# 18	# 19	# 20	Média
A C E L E R A Ç Ã O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,3
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	2,9	10,8	1,4	0,4	13,7	2,3	0,0	0,0	0,0	23,3	7,8	1,0	10,5	0,5	1,5	0,9	0,9	0,0	2,5	4,3	
	2,9	4,8	1,4	0,4	2,5	51,0	1,1	0,6	0,6	12,1	0,6	51,9	47,5	60,9	52,4	46,8	0,9	0,3	1,1	1,4	
	43,2	45,8	41,9	50,0	47,8	45,0	1,1	0,6	50,0	43,7	40,8	46,7	43,5	43,8	47,4	40,4	52,7	46,2	45,8	42,8	
	43,2	45,8	41,9	41,8	47,8	45,0	40,5	45,2	50,0	39,5	40,8	46,7	37,6	43,8	39,5	36,9	43,7	50,1	45,8	39,1	
	47,7	48,8	44,4	41,8	37,5	38,0	42,6	45,2	38,6	36,1	40,1	40,5	32,6	36,3	38,6	44,9	43,7	39,7	41,8	39,1	
	47,7	42,2	39,9	38,8	45,8	37,7	42,6	36,6	38,6	36,1	40,1	40,5	32,6	46,7	34,0	37,7	39,7	36,9	37,8	31,2	
	41,0	42,2	39,9	36,8	45,8	37,7	34,5	40,5	35,6	30,9	39,8	35,7	31,0	36,7	34,0	33,0	39,7	36,9	37,8	28,5	
	36,5	38,9	36,6	32,8	36,5	31,9	34,5	40,5	33,7	30,9	34,2	37,4	30,0	36,7	29,3	33,0	35,0	32,5	38,9	28,5	
	36,5	33,3	36,6	32,8	34,2	31,9	31,6	40,7	33,7	28,3	29,0	37,4	30,0	31,0	29,3	29,6	31,9	30,1	32,3	29,9	
	32,8	33,3	32,7	31,3	34,2	29,4	31,6	40,7	28,9	28,1	29,0	30,1	26,4	30,5	30,1	29,6	31,9	29,4	28,2	29,9	
	30,7	30,7	32,7	31,3	30,8	30,4	30,4	32,5	28,9	28,1	29,3	30,1	26,4	30,5	28,0	28,6	30,5	29,7	28,2	27,6	
	30,7	30,7	30,0	28,1	31,2	30,4	30,4	32,5	29,9	26,8	29,1	27,5	28,2	29,4	28,0	26,6	30,5	29,7	29,2	25,7	
	28,1	31,1	30,0	27,6	31,2	29,5	26,9	31,7	27,0	26,8	29,1	28,2	25,8	27,4	26,9	26,5	30,2	27,4	27,1	25,0	
	28,6	31,1	29,3	27,6	31,6	29,5	25,9	31,7	27,0	25,9	25,7	28,2	24,0	27,4	25,9	24,5	28,0	26,5	28,4	24,1	
	28,6	30,1	27,0	26,6	28,6	26,0	25,9	30,1	26,3	23,0	25,7	25,1	25,2	26,4	25,9	24,5	28,0	26,5	24,3	24,1	
	23,9	30,1	27,0	26,6	28,6	27,2	26,2	30,1	25,4	23,0	23,2	25,1	25,2	25,4	24,1	23,8	26,9	23,5	24,3	24,4	
	25,9	28,7	29,7	24,9	26,2	27,5	25,2	26,8	25,4	23,7	24,9	23,3	23,5	25,4	25,3	27,6	26,0	23,5	25,4	23,5	
	25,9	27,6	25,4	25,1	24,2	27,5	25,2	26,0	23,9	23,7	24,9	23,3	22,8	24,4	23,6	23,7	26,0	26,5	23,7	22,8	
	24,3	27,6	24,3	25,1	24,2	24,5	23,4	26,0	23,9	23,2	24,3	25,5	23,7	22,8	22,8	22,8	25,1	23,8	23,7	23,6	
	24,3	26,4	24,3	22,5	25,5	22,7	24,4	27,3	24,1	21,0	23,5	22,0	21,3	24,7	22,8	22,8	24,3	22,9	24,6	23,6	
	23,4	24,5	25,1	22,5	24,5	22,7	24,4	27,3	23,5	21,0	23,5	22,0	23,8	22,2	25,5	21,9	24,3	22,9	24,6	22,7	
	22,0	24,5	25,1	23,5	25,4	26,4	21,9	23,6	23,5	23,4	22,0	23,5	22,3	22,9	22,3	21,9	23,4	23,7	22,8	21,2	
	23,6	26,5	26,2	23,5	25,4	23,7	21,9	23,6	21,9	22,7	24,3	22,2	22,1	22,9	22,1	21,1	23,6	24,4	23,7	21,2	
	23,6	22,8	23,5	21,8	24,6	23,7	23,6	25,4	21,9	21,3	22,0	22,2	20,6	20,8	22,1	20,5	24,4	24,4	23,7	18,7	
	22,6	26,4	23,5	20,5	25,3	22,1	23,6	22,9	21,6	21,3	22,0	22,9	20,0	19,4	21,3	19,8	24,4	21,9	20,7	19,9	
	22,6	26,4	25,2	20,5	25,3	23,6	22,3	22,9	22,0	20,6	21,3	22,9	19,3	20,6	22,1	19,8	23,4	21,9	20,7	19,9	
	19,8	23,4	25,2	21,1	22,0	22,7	20,5	24,5	22,0	20,6	20,5	20,6	18,7	20,6	19,3	21,0	21,8	20,4	21,3	19,2	
	19,8	23,4	22,5	20,4	22,0	22,7	21,9	23,0	23,7	19,9	19,8	19,3	19,9	19,3	22,6	18,6	23,6	20,4	21,3	17,6	
	22,5	24,3	22,5	20,4	21,3	19,9	21,9	23,9	20,6	21,1	19,8	21,2	19,9	19,3	19,3	20,4	23,6	19,9	20,0	20,4	
	20,4	24,3	21,0	18,1	22,5	22,6	20,4	23,9	20,6	18,6	21,2	20,0	17,7	18,6	18,8	19,2	21,3	19,9	18,8	20,4	
	19,8	23,4	19,7	21,0	22,5	22,6	20,4	22,2	19,8	18,6	20,6	20,0	19,3	20,4	19,3	19,2	22,6	19,2	19,3	18,2	
	19,8	21,1	19,7	19,1	20,4	19,3	18,3	20,7	21,1	19,8	18,2	18,8	18,7	20,4	19,8	18,1	19,9	19,2	19,3	19,2	
	17,6	21,1	21,7	18,5	21,8	19,3	18,3	22,0	19,4	19,8	18,2	19,3	18,7	18,2	17,7	19,1	19,9	19,8	18,7	17,6	
	20,3	22,6	19,1	18,5	21,8	20,5	19,8	22,0	19,4	17,6	17,5	19,3	17,1	19,2	19,8	18,6	21,1	19,8	20,5	17,6	
	18,5	19,8	19,1	19,8	19,8	19,2	18,7	20,0	18,8	17,1	17,5	18,7	18,1	17,7	17,2	19,8	20,4	17,6	20,5	16,6	
	19,7	21,1	20,3	16,7	19,8	19,8	18,7	20,6	18,1	17,1	18,6	18,1	16,7	17,1	18,1	18,7	20,4	18,6	18,3	18,4	
	19,7	21,1	20,3	19,1	20,3	19,8	19,8	19,4	18,5	18,0	16,7	19,7	16,7	18,5	17,6	18,7	18,2	16,6	16,3	16,0	
	19,1	20,6	18,6	19,1	20,3	18,7	19,8	19,9	18,5	17,5	18,0	17,8	17,6	18,0	16,2	17,5	19,2	18,0	17,7	17,3	
19,1	20,6	21,6	17,5	19,8	20,4	17,6	19,3	17,6	16,6	17,6	17,8	17,1	16,1	17,5	17,9	19,2	17,6	17,7	17,3		
18,6	21,9	17,5	17,5	19,2	19,8	17,6	19,3	18,0	16,6	17,6	18,6	17,1	19,0	16,8	17,0	19,8	17,4	19,1	15,3		
18,6	20,5	17,5	17,9	19,2	18,2	17,0	18,7	16,5	16,8	15,7	16,7	16,5	17,5	16,5	17,6	18,7	16,9	17,1	16,5		
18,1	19,3	19,0	17,0	18,7	18,2	16,1	19,8	16,5	16,8	17,8	16,9	16,5	15,6	16,5	16,9	17,7	16,9	16,7	16,2		
18,1	19,3	19,0	17,0	19,8	18,0	16,1	18,2	17,6	16,8	17,8	17,9	17,8	16,4	17,7	16,9	18,1	14,5	17,9	16,2		
17,9	21,2	16,6	17,7	18,1	17,6	15,7	18,2	17,6	16,3	16,4	17,3	16,4	16,4	15,9	16,3	18,1	15,7	17,9	15,8		
17,5	18,7	17,9	17,7	19,3	18,6	15,3	17,7	15,6	16,1	15,9	15,5	17,3	14,7	17,1	16,3	17,6	15,5	16,5	17,1		
17,5	18,7	17,9	16,0	19,3	17,0	16,9	17,7	16,4	15,8	17,1	15,5	15,8	17,6	15,4	16,6	17,0	15,5	17,3	15,5		
19,1	18,3	17,5	17,2	17,6	17,0	16,6	17,1	17,8	17,0	16,6	17,2	15,8	15,7	17,1	17,8	18,5	16,9	16,0	16,5		
16,8	19,8	17,5	17,2	17,1	18,4	16,0	17,1	16,3	17,0	16,6	16,4	16,6	15,7	14,9	16,0	18,5	15,7	19,0	15,2		
15,4	18,2	16,7	16,6	17,1	16,5	16,0	18,5	17,1	15,3	16,9	15,3	16,9	15,3	16,6	16,4	15,6	16,5	16,8	15,2		
15,4	18,2	16,7	16,6	18,2	17,4	14,8	16,5	17,1	16,4	16,3	16,1	15,2	14,8	15,6	17,8	15,3	15,4	15,4	16,1		
16,2	19,2	16,3	16,3	18,2	16,2	15,5	17,4	15,3	16,4	16,0	16,3	16,1	15,2	14,8	17,2	16,0	14,8	16,1	15,0		
17,7	17,6	17,1	16,3	16,7	16,2	17,3	17,4	15,3	15,9	15,6	15,9	16,1	16,3	17,3	15,4	17,7	16,4	16,1	16,0		
16,4	17,6	16,3	15,8	18,1	15,6	15,5	15,5	16,0	15,9	15,6	17,6	15,5	14,7	15,6	16,5	16,7	15,9	16,3	15,8		
15,8	17,1	15,5	16,2	15,8	15,1	15,1	16,8	16,0	14,8	16,0	15,4	15,3	15,5	15,3	14,8	16,7	15,9	15,7	14,3		
15,8	17,1	17,2	16,5	17,6	16,4	15,1	16,8	15,8	15,8	15,1	15,4	15,3	16,0	15,3	15,9	15,8	14,7	16,9	15,6		
16,7	18,1	15,6	15,7	17,6	16,4	14,9	16,2	15,3	15,4	15,5	16,6	15,0	14,4	15,1	16,5	16,7	15,8	15,4	15,3		
16,7	16,7	16,7	16,9	17,1	15,1	16,1	16,0	15,3	15,7	16,8	17,0	13,7	15,4	16,7	14,5	16,3	15,4	15,7	15,6		
17,3	16,7	15,1	15,3	17,1	16,0	15,7	16,3	15,1	15,3	14,7	17,0	14,4	15,4	15,0	14,5	16,6	15,4	16,6	15,2		
17,3	18,0	16,6	15,3	15,4	16,0	14,5	16,3	15,1	14,9	15,0	14,9	14,6	15,4	14,6	15,3	16,6	15,6	16,6	14,9		
15,1	16,5	16,2	16,1	15,4	14,7	15,5	15,7	16,5	14,9	15,0	16,0	14,6	13,8	16,2	15,3	16,2	15,4	15,4	15,2		
15,1	16,5	16,2	15,3	16,5	14,7	15,5	17,1	14,5	16,5	15,7	15,0	14,2	16,6	14,6	15,8	15,6	15,4	16,4	14,6		
16,8	16,2	15,9	16,1	16,5	15,5	14,2	15,8	16,0	14,8	16,1	16,2	14,2	13,6	16,1	15,5	16,1	15,0	16,4	14,6		
16,8	16,2																				

Universidade de Aveiro,  
Departamento de Engenharia Mecânica  
Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

	15,0	15,3	15,2	15,5	16,3	15,7	14,3	15,7	14,5	14,8	13,4	14,6	13,9	15,5	15,0	14,3	16,0	15,4	15,1		
	15,0	16,0	14,8	15,2	14,7	15,7	14,0	14,3	13,0	14,6	14,3	14,6	14,5	13,8	14,5	14,1	16,0	13,1	15,1		
	16,8	16,0	14,8	15,2	16,4	14,2	14,3	15,3	13,0	12,9	14,3	16,1	14,7	13,6	13,3	15,6	14,5	13,1	14,8		
	14,9	16,4	15,9	16,3	14,8	15,7	13,9	15,0	14,2	14,7	14,3	14,5	14,5	13,4	14,7	13,9	15,8		15,1		
	14,7	15,9	14,7	13,7	15,8	15,3	13,9	13,5	14,2	14,3	13,7	14,1	14,8		14,7	13,9	15,8		14,7		
	16,5	16,4	14,3	13,7		15,3	15,3	14,7	13,9	12,9	14,1	15,7	15,6		14,5	15,4	15,4		15,0		
	16,5	16,0	15,8	16,4		13,8	15,3	15,1	13,9	14,2	13,9	14,5	14,5		14,2	13,5	15,4		16,3		
	14,4	16,0	14,0	16,4		15,3	13,5	14,8	14,1	14,2	15,2	13,6	14,5		14,2	13,5	13,9		16,6		
	14,4	14,0	15,7	14,9		15,0	13,5	14,8	13,5	12,9	13,8	14,0	14,2		14,8		15,2		14,1		
	16,0	17,6	14,2	14,7		15,0		14,4	13,7	14,0	13,6	15,5	14,0		14,4		15,2		14,6		
	14,6	15,7	14,2	16,1		15,0		14,7	13,4	13,8	13,8	13,8	15,4		14,2		15,2		14,3		
	15,4	15,5		14,8		15,0		14,4	15,1	13,8	13,3	15,4	14,1		14,2		14,6		15,7		
	15,4	15,0		14,6		14,6		14,4	15,1	12,9		13,2	14,1		14,4		15,0		14,3		
	14,3	15,4		16,3		14,8		14,2		12,6			15,4		14,0		15,0		16,5		
		16,7		14,3		15,9		14,4		12,6			14,0		14,2		14,6		17,0		
		15,3		16,0		13,3		14,0		14,0			13,6		13,8		15,0		17,0		
		14,8		14,7		16,1		15,5		13,8			13,6		14,1		14,6		14,5		
		16,1		16,2		14,4		14,5		12,3			13,0		14,1		15,9		16,2		
		14,7		14,7		14,1		15,6		12,7			12,3		13,8		14,0		13,9		
		14,7		15,9		14,1		13,9		13,6			13,3		13,8		14,4		12,2		
		16,2		14,3		14,5		14,1		14,0			12,1		14,0		14,4		12,4		
		14,6				15,6		15,4		13,6			13,3		13,8		14,1				
		15,7				14,2		14,1		13,6			13,3		13,4		14,5				
		14,3				15,8		13,8		12,4			13,0		15,2		15,6				
		14,5				14,2				14,7			13,5		13,5		13,9				
		16,0				13,9				12,4			14,5		13,9		13,9				
		15,4				15,3				13,3					13,4		15,0				
		14,1				13,7				13,7					13,1		14,0				
		14,1								13,0					13,1		14,0				
																	14,8				
																	13,3				
																	12,2				
	Média	20,013	20,526	20,278	19,051	21,471	19,537	18,733	19,55	19,118	17,779	18,919	19,917	18,042	20,121	18,34	19,396	19,196	19,478	19,045	18,76
Desvio Padrão	8,6111	8,2259	8,5303	7,9136	8,859	8,0482	8,1207	8,7143	8,5298	6,5704	7,7998	8,8354	6,9497	9,5702	7,7531	7,9918	8,1228	8,6844	7,8978	7,4055	Média
C O N S T A N T E	12,0	12,3	10,7	12,8	11,5	12,7	9,6	11,4	11,0	10,5	8,8	10,0	11,9	9,3	9,5	6,0	9,8	5,6	11,4	9,9	9,2
	8,2	11,0	11,6	10,5	9,6	11,7	9,6	10,8	7,9	10,5	8,8	10,4	13,0	8,5	9,5	5,3	9,3	5,6	11,4	8,5	
	8,2	11,9	11,2	11,1	8,7	11,7	9,3	12,3	7,9	9,7	8,8	10,4	13,2	10,4	9,7	5,3	9,3	6,1	11,0	8,5	
	6,7	12,1	12,0	10,7	8,3	11,4	9,3	12,7	6,7	9,7	10,2	9,5	10,7	10,4	10,7	6,6	7,9	6,1	9,7	9,9	
	6,7	12,4	12,0	10,7	8,7	11,7	9,5	13,3	5,7	8,4	9,4	9,5	10,4	10,1	10,0	8,0	9,5	6,4	11,6	9,6	
	9,6	12,0	10,6	10,4	8,7	12,2	9,7	10,6	5,7	8,6	9,4	10,4	10,4	9,4	9,3	8,4	9,5	6,4	11,6	9,6	
	9,6	12,0	10,4	10,4	8,5	12,2	10,0	10,9	6,5	8,6	9,1	10,7	8,7	9,4	9,3	8,4	9,9	7,2	12,4	10,3	
	8,5	11,1	10,4	10,7	8,5	11,4	10,0	10,6	7,9	7,7	9,1	10,7	5,9	7,5	9,8	9,1	9,9	10,1	10,7	9,5	
	8,5	10,7	10,2	10,5	8,3	10,5	8,9	9,8	7,9	7,7	8,7	10,7	5,9	6,3	9,6	11,4	10,7	10,1	12,7	9,5	
	9,0	10,5	10,2	10,7	9,3	10,7	8,9	9,8	7,2	8,6	9,1	10,0	5,9	6,3	9,1	10,7	9,5	8,5	12,7	10,4	
	9,0	10,5	7,9	11,3	9,3	10,7	8,4	10,5	7,2	8,6	9,1	10,0	6,6	7,1	10,3	10,7	9,5	9,8	11,5	10,4	
	9,0	10,5	8,7	10,4	8,0	11,5	9,4	9,6	7,4	8,6	9,1	10,6	7,5	7,1	9,8	9,4	9,3	9,2	11,5	9,4	
	9,2	9,9	8,7	10,6	8,0	10,5	9,4	9,6	7,6	9,2	7,9	9,5	11,8	7,7	11,7	10,4	10,3	8,2	12,3	9,2	
	9,2	11,4	9,1	10,6	8,3	10,5	7,4	10,3	7,6	9,2	7,2	10,5	11,8	7,7	10,6	10,4	11,9	9,3	12,1	10,2	
	8,7	9,7	9,6	11,6	7,8	10,7	7,4	9,6	7,1	9,6	7,9	10,5	10,6	7,3	10,6	9,3	12,2	10,2	12,6	9,5	
	8,7	10,5	8,8	10,7	8,4	10,5	7,9	9,6	7,5	10,6	7,6	10,1	9,7	8,2	9,8	9,3	12,5	10,2	12,6	9,5	
	8,9	10,8	9,1	10,4	8,4	10,5	7,														



Universidade de Aveiro,  
Departamento de Engenharia Mecânica  
Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Nome: Marco Luzia

Orientadora: Margarida Coelho

Dia: 13 / 05 / 2009

Local: OVAR - Recta da Murtosa (N109)

Observações: Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO

Pára-arranca☐

• Curto☐

• Longo☐

Simulação de Rotunda☐

• Sem Paragem☐

• Com Paragem☐

Perfis de Velocidade☒

• 0 ↔ 50 km/h☐

• 0 ↔ 90 km/h☐

• 0 ↔ 120 km/h☒

• 120 ↔ 60 km/h☐

• Condução Suave☐

• Condução Intermédia☒

• Condução Agressiva☐

CONSUMO INSTANTÂNEO DO VEÍCULO ( l / 100 km)

Ensaio	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8	# 9	# 10	# 11	# 12	# 13	# 14	# 15	# 16	# 17	# 18	# 19	# 20	Média
ACELERAÇÃO	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	59,8
	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	
	99,9	99,9	87,5	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	95,9	97,2	83,5	99,9	99,9	94,4	99,9	99,9	96,9	99,9	99,9		
	83,9	76,2	74,9	97,5	83,7	74,7	84,5	83,7	85,1	76,7	85,5	97,3	87,8	78,7	90,5	99,1	86,2	97,2	96,1	84,8	
	88,8	79,3	87,0	70,6	76,4	87,7	85,9	69,5	79,0	79,8	70,9	80,4	84,0	72,3	83,7	80,1	89,6	79,6	87,5	88,6	
	73,5	83,4	71,4	80,5	73,7	71,7	79,7	89,3	81,0	74,4	73,0	75,3	76,9	83,0	68,5	83,3	83,3	82,8	83,0	83,2	
	74,4	62,3	73,4	68,1	67,4	83,2	74,4	73,9	67,7	75,2	74,6	75,0	79,2	67,5	68,9	94,8	75,5	75,4	62,1	68,1	
	61,9	68,1	62,0	62,7	74,3	57,4	84,2	62,3	57,8	62,9	57,7	68,9	67,4	68,5	50,4	75,7	63,0	53,9	62,3	68,3	
	53,8	57,9	62,2	50,2	57,5	62,5	58,2	62,7	68,3	58,0	57,7	62,8	67,8	53,7	54,5	58,3	63,2	62,4	53,9	62,9	
	62,8	50,0	53,2	57,8	57,9	46,8	63,3	53,5	50,0	54,1	50,1	50,4	57,5	57,9	63,5	62,9	58,5	53,9	61,3	53,6	
	53,7	63,1	53,4	50,3	53,4	49,9	63,0	46,9	53,7	63,2	53,6	53,9	53,3	53,6	59,6	54,1	54,4	54,1	63,7	47,3	
	50,5	47,8	46,6	48,9	50,7	59,3	54,2	53,7	58,7	48,5	59,5	50,8	53,6	50,4	55,0	63,6	59,9	59,3	59,4	58,2	
	55,0	54,7	48,5	54,5	48,1	54,6	50,9	47,8	48,4	54,3	44,7	48,3	59,6	54,5	51,1	52,1	48,7	64,0	45,3	54,6	
	54,7	54,4	54,9	50,6	54,0	44,4	50,9	54,9	44,6	50,4	50,3	54,7	54,7	50,4	50,2	55,2	56,4	51,2	53,5	54,3	
	50,3	46,8	50,3	39,7	50,5	47,3	55,8	44,4	50,0	47,0	49,7	50,3	50,4	41,8	54,9	51,5	52,7	47,0	51,2	50,3	
	47,0	47,1	42,0	48,4	59,3	47,9	54,7	46,9	47,3	40,6	51,2	39,8	49,2	40,1	54,2	50,6	55,3	54,5	50,0	48,1	
	50,7	51,9	40,4	52,5	52,7	52,1	50,9	39,8	40,0	52,7	52,3	53,2	45,7	52,7	51,9	51,3	51,6	44,4	50,3	50,9	
	64,7	54,5	52,6	50,7	52,5	49,8	53,0	52,2	49,0	50,6	50,4	52,6	52,3	49,6	51,2	55,8	49,4	52,3	43,8	50,5	
	51,4	50,6	48,5	50,3	50,7	50,0	44,6	53,0	50,1	49,9	60,8	50,0	50,6	47,2	50,9	52,6	49,7	47,4	54,8	50,3	
	50,3	51,3	49,8	49,7	50,7	48,7	52,3	49,5	56,4	49,7	47,0	46,9	50,2	46,7	56,9	60,7	50,2	50,9	46,7	50,0	
	50,1	49,7	46,6	46,9	48,7	46,6	50,0	48,6	49,2	46,8	47,0	49,6	49,3	46,5	47,9	49,4	49,7	58,5	57,5	49,2	
	47,1	47,7	47,6	48,1	46,5	47,0	49,4	55,2	46,0	48,4	56,4	49,0	58,0	57,5	46,8	50,3	59,0	47,0	44,6	48,9	
	47,6	57,7	47,0	58,2	45,1	54,9	58,5	46,4	45,6	58,6	58,6	57,1	56,8	47,4	60,1	47,3	58,1	48,8	50,9	47,5	
	55,3	55,7	54,8	56,1	57,8	46,9	46,1	57,1	55,3	47,7	47,5	47,4	47,2	45,1	45,8	47,7	48,0	47,6	43,4	47,9	
	46,9	45,5	44,7	47,6	45,4	53,8	48,1	45,1	47,4	55,1	51,9	55,7	45,1	44,6	52,4	53,2	45,0	55,0	50,0	45,7	
	44,4	44,9	50,7	42,7	44,8	40,8	54,7	54,9	54,4	54,2	51,1	55,1	44,6	41,7	43,6	56,1	49,8	44,9	42,4	42,8	
	43,6	42,0	41,0	41,7	43,5	40,2	55,2	53,4	50,1	41,4	41,7	42,5	42,1	50,1	54,0	52,3	50,6	50,3	46,2	42,2	
	41,2	41,6	51,8	41,9	41,3	17,3	51,7	41,1	39,2	41,8	42,6	50,8	43,4	39,5	43,4	42,2	41,7	41,7		42,9	
	49,5	49,7	41,7	40,9	42,6		50,3	40,8	41,9	41,5		41,6	42,4			51,6	49,8	48,3			
			38,7	47,9	40,5		41,6	39,3	38,4			40,5	27,2			51,4		31,4			
							40,6									33,6					
							40,6														
	Média	60,441	59,077	57,74	58,855	58,98	58,4	60,844	58,853	58,343	59,328	59,611	59,987	59,867	58,4	61,057	62,468	61,931	60,117	61,467	60,386
Desvio Padrão	17,539	17,193	16,67	18,465	17,32	19,636	17,461	17,997	17,719	17,032	15,798	18,195	18,623	17,569	17,091	18,641	17,169	18,565	18,824	18,33	Média
CONSTANTE	25,3	15,7	10,4	13,1	8,7	17,3	24,8	12,1	7,2	23,8	28,5	8,4	27,2	26,2	9,4	13,2	17,7	6,7	15,7	14,6	9,3
	13,5	5,4	4,6	15,2	8,4	9,4	11,2	14,2	7,0	19,0	5,1	6,1	9,0	10,3	5,5	5,5	20,6	11,6	12,2	18,0	
	16,1	11,6	2,7	13,5	11,8	9,9	13,5	11,9	7,5	12,8	13,4	6,6	13,3	8,8	9,8	6,5	15,1	14,8	14,2	10,6	
	14,8	12,0	3,2	9,0	14,8	8,0	13,5	12,2	11,3	11,8	15,6	6,6	12,3	12,9	9,3	10,7	15,1	11,0	12,0	10,6	
	14,1	12,0	6,6	7,9	14,8	8,0	14,1	13,0	10,7	11,4	14,4	11,3	11,1	10,9	9,6	10,1	12,6	10,6	12,0	8,6	
	13,1	9,6	7,7	8,9	10,6	8,9	12,1	13,0	6,6	11,6	12,8	11,3	10,3	10,9	10,2	13,0	8,0	10,6	99,0	10,4	
	12,3	10,2	7,7	9,7	10,6	9,3	8,7	11,9	6,0	8,7	10,8	13,5	5,8	8,2	8,4	12,0	6,5	11,2	10,1	10,6	
	7,7	10,2	6,5	9,7	10,0	8,8	8,7	11,9	7,7	7,2	10,8	12,2	5,5	7,8	8,4	12,0	7,8	10,7	9,0	10,6	
	7,7	10,4	6,5	9,2	10,0	9,3	9,9	6,1	10,4	7,2	7,6	10,6	5,5	9,2	10,1	10,7	7,8	10,7	9,0	11,3	
	8,7	8,4	6,3	9,4	8,9	9,7	9,2	5,3	10,4	8,4	7,6	10,6	6,1	9,2	10,1	12,4	8,5	12,2	9,6	11,3	
	8,7	8,4	6,8	9,8	8,9	9,2	9,2	5,3	9,2	8,4	8,3	11,7	6,1	8,0	8,4	10,1	9,3	11,3	8,4	9,6	
	9,5	9,0	6,8	9,8	9,2	9,2	10,8	7,9	9,2	9,6	8,6	11,1	7,4	8,8	8,9	9,5	8,5	11,3	8,4	10,3	
	9,5	9,0	7,1	10,2	6,8	5,9	8,7	7,9	8,8	7,6	8,6	11,4	8,8	9,2	8,9	10,4	8,2	10,5	9,0	10,3	
	9,2	10,1	6,2	11,1	6,8	6,3	8,7	10,4	8,3	7,6	8,6	11,4	7,8	8,7	9,3	10,4	8,4	11,4	7,3	9,4	
	8,8	9,3	6,2	11,1	7,1	7,9	9,2	10,6	9,7	8,3	8,9	8,6	8,0	8,9	9,8	9,7	7,8	11,4	8,2	9,7	
	8,8	9,3	6,5	10,2	9,9	8,3	9,2	10,4	8,5	8,8	8,1	8,6	8,0	10,0	9,8	9,7	8,6	9,0	8,7	9,7	
	9,5	10,0	7,7	11,2	9,1	7,4	8,9	10,1	8,9	8,8	8,9	8,8	7,0	10,0	9,1	10,4	10,1	9,0	8,7	9,0	
	9,5	9,3	7,7	7,2	8,7	8,0	8,9	10,1	8,7	8,6	8,5	9,0	7,6	9,5	9,1	10,4	10,5	9,2	8,4	9,0	
	8,9	9,3	8,2	7,2	8,7	7,6	9,8	8,8	8,7	8,6	8,5	9,0	8,0	9,3	9,1	10,2	10,5	9,9	9,2	9,4	
	8,1	9,0	7,7	7,2	8,7	8,1	9,8	7,8	9,0	9,0	8,7	8,5	9,8	9,3	8,9	10,2	10,1	9,3	9,2	9,8	
	8,1	9,0	8,2	7,8	8,5	8,3	8,9	7,8	9,0	9,0	8,7	8,9	8,2	10,1	9,1	9,3	9,3	9,3	8,0	9,8	
	9,4	9,9	7,6	7,8	8,8	8,3	8,9	8,2	8,8	8,8	7,6	8,9	8,2	9,2	9,1	9,3	9,3	10,1	8,8	9,6	
	8,8	9,2	8,4	7,1	9,0	7,6	8,9	8,8	9,4	8,8	8,0	8,5	8,6	9,2	8,7	10,3	9,3	10,1	9,1	11,3	
	8,8	9,2	8,4	7,7	9,0	7,6	9,1	8,8	9,4	8,6	8,0	7,9	8,6	9,2	9,0	9,6	9,7	9,5	8,7	9,6	
	6,4	9,7	7,5	7,7	8,7	8,0	9,1	8,5	9,1	8,9	8,4	8,7	9,2	9,2	9,0	10,2	8,3	10,2	8,9	10,4	
	6,4	8,9	7,5	8,0	8,7	8,0	9,1	8,7	9,1	8,9	8,4	8,9	9,2	9,9	9,0	10,2	9,8	9,5	8,9	9,1	
	5,9	8,9	8,3	8,0	8,9	7,1	9,8	8,7	9,9	8,9	8,0	8,9	9,0	9,2	9,0	9,7	9,0	9,5	9,1	9,1	
	6,2	9,3	8,3	9,0	8,3	7,1	9,8	7,9	8,4	8,6	8,5	8,9	8,7	9,2	9,2	9,4	8,0	10,1	8,5	9,9	
	6,2	9,9	7,4	8,4	7,6	7,6	9,1	8,6	9,6	8,9	8,5	3,6	8,7	9,2	9,2	10,2	2,6	9,1	8,8	8,5	
	7,1	9,1	7,9	6,1	8,0	7,3	9,1	8,6	8,0	8,0	7,3		8,2	4,0	9,0	9,6		9,1	8,8	8,5	
	7,5	9,1	7,9	2,5	8,0	5,7	8,9	8,6	6,0	7,8	7,3		8,2	2,3	5,9	9,6		9,1	8,5	6,9	
	7,5	9,3	8,1		6,2	2,5	6,8	8,8	2,3	3,1	5,0		3,3		2,4	9,9		6,8	6,7	6,2	
	7,1	9,9	8,1		2,4		2,4	8,1			5,0		2,0			3,5		2,4	2,5	6,4	
7,1	6,4	7,3					5,0			4,0					2,1</						

## ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO

**Dia:** 02 / 04 / 2009

**Local:** OVAR - Recta da Murtosa (N109)

**Observações:** Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

## CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO

### Simulação de Rotunda

## Perfis de Velocidade

- Sem Paragem ☐
- Com Paragem ☐

- |                 |                                     |                       |                                     |
|-----------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| • 0 ↔ 50 km/h   | <input type="checkbox"/>            | • Condução Suave      | <input type="checkbox"/>            |
| • 0 ↔ 90 km/h   | <input type="checkbox"/>            | • Condução Intermédia | <input type="checkbox"/>            |
| • 0 ↔ 120 km/h  | <input checked="" type="checkbox"/> | • Condução Agressiva  | <input checked="" type="checkbox"/> |
| • 120 ↔ 60 km/h | <input type="checkbox"/>            |                       |                                     |

### CONSUMO INSTANTÂNEO DO VEÍCULO ( l / 100 km)

Ensaio	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8	# 9	# 10	# 11	# 12	# 13	# 14	# 15	# 16	# 17	# 18	# 19	# 20	Média
A C E L E R A Ç Ã O	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	81,1
	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	
	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	
	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	95,6	86,1	99,9	89,6	97,4	99,9	91,4	99,9	99,9	99,9	
	99,2	99,9	91,5	92,6	91,9	90,9	93,9	99,9	82,3	99,9	99,9	90,7	99,9	74,2	99,9	82,0	82,0	82,1	75,2	99,9	
	89,1	77,9	78,7	85,6	85,9	92,0	78,7	84,0	83,7	94,0	90,1	91,9	89,7	99,9	82,5	84,0	77,9	94,4	99,9	91,9	
	82,9	97,1	72,6	73,6	80,1	78,8	87,3	72,4	79,0	86,6	93,7	71,4	76,4	85,8	77,8	71,6	86,3	86,9	72,4	84,9	Desvio Padrão
	72,1	86,2	79,4	77,6	68,0	67,0	87,7	87,3	67,2	61,6	65,8	76,5	65,8	78,7	78,3	71,6	99,2	77,1	67,3	86,8	
	74,1	83,0	91,0	89,2	77,8	89,4	83,2	76,6	76,1	88,2	78,4	77,8	64,4	91,2	71,4	84,2	73,0	57,8	90,2	79,6	
	73,1	81,4	84,1	77,3	84,2	82,9	78,1	83,7	83,9	98,6	62,5	84,2	83,8	77,6	84,1	78,7	76,9	83,2	82,1	83,7	
	99,9	67,4	64,7	73,1	78,1	77,1	61,2	78,0	69,6	67,9	83,5	78,2	77,9	72,2	78,2	78,5	72,5	83,2	89,8	83,7	
	76,1	73,7	61,6	62,0	73,9	77,9	75,3	79,2	61,6	73,5	83,9	78,6	73,2	92,6	73,3	73,7	67,9	77,7	91,6	76,7	
	71,7	69,1	69,6	70,7	75,5	69,6	70,0	70,2	75,0	85,7	73,0	74,1	72,1	69,6	68,9	84,6	69,3	73,6	64,9	76,9	13,454
	68,0	65,7	80,2	66,0	85,6	65,7	86,0	85,2	65,4	69,5	68,7	64,7	64,5	68,9	68,4	65,0	79,0	68,3	61,5	68,6	
	86,2	80,1	63,2	63,1	79,9	62,5	62,1	79,6	79,7	79,6	78,1	61,4	64,5	65,2	73,4	65,0	79,5	84,1	79,1	69,8	
	80,1	75,7	75,4	75,6	62,7	75,4	62,6	62,0	62,0	80,2	64,6	79,0	78,4	79,8	74,1	79,7	74,8	77,9	62,3	79,3	
	62,6	75,2	59,8	71,3	62,7	70,6	75,2	59,2	59,4	80,2	61,4	61,9	73,9	69,7	69,2	58,4	74,8	78,4	55,8	65,8	
	59,4	75,5	54,0		59,5	70,3	75,5	58,8	74,8	75,1	61,6	69,7	73,9	73,8	59,2	49,9	70,1	73,4	58,8	79,1	
59,2	50,4			71,0			69,0	59,6	59,2	69,1		50,4					68,6		74,7		
71,0										57,1									74,7		
Média	81,215	81,995	79,189	81,018	80,863	81,65	82,022	81,3	77,837	84,179	79,335	80,328	79,389	82,694	80,878	79,25	81,906	82,437	80,583	83,785	
Desvio Padrão	14,252	13,974	14,846	13,128	12,784	12,694	12,931	13,679	13,738	13,432	14,818	12,117	14,665	11,926	12,718	14,221	11,052	11,771	15,767	11,06	Média
C O N S T A N T E	14,7	9,5	34,5	24,1	14,2	20,4	28,4	32,8	28,9	20,0	30,8	12,6	11,3	11,3	37,4	23,8	27,0	10,7	33,8	15,3	12,1
	15,5	13,9	27,9	13,3	16,1	18,2	17,6	14,6	10,8	14,0	16,1	7,3	15,6	9,5	7,8	13,0	6,3	7,9	6,2	7,9	
	13,0	11,1	9,4	15,0	19,2	14,6	16,5	11,0	10,1	16,3	10,3	10,3	28,5	13,3	6,5	11,0	15,0	8,6	7,9	20,3	
	12,1	13,5	9,1	15,3	17,8	19,0	21,7	12,3	10,5	19,2	10,9	11,6	23,3	26,5	6,8	16,6	18,7	11,9	14,2	20,7	
	13,5	11,4	11,4	17,6	15,1	18,4	18,3	13,0	10,1	17,0	9,3	12,8	23,0	17,0	11,6	18,4	16,1	13,1	15,4	27,0	
	17,2	10,1	10,1	18,1	16,3	15,3	19,2	11,4	10,5	20,1	9,9	14,7	20,2	20,2	9,3	15,3	12,7	11,4	18,9	17,8	
	12,5	11,0	11,1	16,8	11,8	11,7	21,4	12,0	9,9	19,6	12,2	14,1	23,4	19,0	19,7	15,3	13,2	14,6	15,0	25,3	
	15,8	9,0	14,1	15,9	12,2	12,5	17,1	12,5	10,6	15,6	13,1	11,3	22,3	18,4	18,4	11,9	12,9	17,0	15,0	17,1	
	11,8	8,2	14,1	11,8	10,9	9,8	14,6	13,4	17,0	15,9	14,1	9,6	19,9	12,7	13,1	11,0	10,6	13,1	16,0	21,2	
	11,8	8,2	10,4	10,7	10,9	9,8	14,2	10,8	12,5	13,9	13,6	8,8	16,7	12,7	13,9	10,1	12,1	15,6	14,2	16,0	
	13,1	6,9	9,8	10,0	10,7	10,6	12,4	9,0	14,1	13,0	11,8	8,4	15,1	11,7	13,7	9,7	12,6	13,9	11,3	9,6	
	13,1	6,9	9,8	10,0	11,1	10,6	10,3	9,0	14,3	11,5	13,2	8,2	13,4	11,1	11,1	9,7	14,6	12,4	15,0	11,7	
	11,8	7,5	11,5	9,0	11,1	11,3	10,0	9,2	14,7	9,7	13,2	8,2	12,5	11,7	11,1	11,0	13,0	10,5	17,2	9,9	
	12,3	8,7	11,5	10,2	10,1	12,9	10,5	12,1	15,8	9,7	14,3	7,1	10,9	12,3	12,8	11,0	13,6	10,2	13,9	10,6	
	12,3	10,7	12,4	10,2	11,1	12,9	11,6	12,5	14,1	11,5	11,8	7,1	10,9	12,3	11,5	10,1	14,0	10,2	14,8	8,3	
	13,2	10,7	10,6	9,5	11,1	11,8	11,6	12,5	13,9	11,7	13,1	11,0	12,2	9,9	11,5	10,4	14,0	11,1	14,8	10,4	
	13,0	13,5	10,6	10,4	10,1	11,8	11,4	11,4	14,8	11,4	12,6	10,8	12,0	9,9	12,4	10,4	13,6	11,9	15,0	12,4	
	14,3	13,3	11,5	9,9	11,6	11,6	11,4	11,6	13,9	11,4	9,9	10,8	13,9	9,7	13,1	10,2	14,0	11,9	16,2	12,4	
	13,0	12,2	10,7	9,9	11,6	14,3	11,9	11,6	13,6	12,0	10,3	10,8	13,9	11,9	11,4	10,2	14,0	11,9	16,4	11,6	
	14,0	11,3	10,7	10,5	10,9	12,3	10,8	12,1	15,1	12,0	10,5	10,8	12,9	11,9	11,6	10,8	13,7	12,2	13,8	11,6	
	13,0	11,7	10,9	10,5	10,9	11,3	12,0	12,1	15,1	10,7	10,5	11,0	15,1	11,2	12,3	11,6	14,8	12,2	13,5	12,3	
	13,0	11,7	11,5	9,3	11,6	11,1	14,1	12,7	13,5	10,7	11,3	11,6	15,1	11,7	12,3	11,6	13,8	10,7	15,0	12,3	
	14,2	11,3	10,9	9,3	11,6	10,7	12,8	11,9	13,8	10,7	11,3	11,6	12,8	11,7	12,1	11,3	13,8	12,4	15,0	12,6	
	14,2	10,7	10,9	8,9	10,8	10,7	13,3	11,9	13,4	9,8	10,6	11,0	14,9	11,7	14,8	11,3	13,5	11,4	15,2	12,2	
	11,4	11,5	12,7	9,1	10,8	11,5	11,4	11,3	13,8	9,8	12,3	10,8	13,4	10,6	11,9	10,0	12,3	11,4	15,2	12,2	
	10,8	11,5	12,0	9,1	12,7	11,5	12,7	12,3	14,8	10,0	10,6	11,6	13,4	10,6	13,1	11,5	13,3	11,7	13,3	11,2	
	10,8	10,5	12,6	9,1	11,5	10,3	11,6	12,0	13,4	10,0	11,4	11,6	14,6	11,7	12,4	11,5	13,6	11,7	15,0	11,2	
	11,6	8,5	11,4	8,9	11,5	7,9	12,6	11,5	13,4	10,5	11,7	12,4	13,4	10,6	12,1	10,8	13,6	11,3	13,3	10,7	
	11,6	8,5	11,4	8,1	11,9	7,9	12,4	11,5	12,3	10,5	10,6	11,5	13,6	10,6	12,1	10,8	13,3	11,3	15,0	10,7	
	10,9	9,5	11,6	8,1	11,6	8,2	11,2	12,1	12,3	10,7	10,6	11,0	13,2	11,5	13,1	10,0	13,6	11,6	14,6	10,4	
	11,6	9,1	10,9	8,9	11,6	9,2	12,5	11,1	13,3	9,9	11,7	11,0	13,2	10,8	12,4	10,0	13,3	10,8	15,5	9,5	
	11,6	9,1	11,6	8,9	10,0	9,2	11,8	11,1	12,0	9,9	10,7	10,8	13,0	10,8	11,2	10,7	13,6	10,8	10,9	9,5	
	10,8	8,1	11,6	8,9	9,0	8,7	11,8	10,6	13,6	9,3	5,3	10,8	13,0	6,2	11,2	10,7	12,0	11,6	9,9	9,1	
	11,6	8,1	10,9	6,9	3,4	6,7	11,6	10,6	13,6	9,3	3,0	10,8	12,2	6,2	10,3	3,0	12,6	11,6	9,9	9,3	
11,0	8,5	10,9	2,8		2,1	4,1	10,4	13,2	8,2		5,7	11,2	5,5	9,3		13,2	10,4	10,3	9,3		
10,6	8,8	11,5					2,5	10,4	12,0	2,4		2,5	10,0	3,2	9,5		13,2	9,7	10,6	9,5	
10,6	8,8	10,8						9,1	13,5				10,0		10,5		12,2	9,7	10,6	9,5	
10,8	8,0	5,9						9,1	13,2				11,3		9,4		12,6	9,9	10,6	4,6	
10,6	4,2	2,6						9,1	12,2				8,4		3,8		11,4	7,6	10,6	2,5	
	3,9	2,6						3,2	2,1				6,5		2,6		4,8	3,3	4,2		
													2,5				3,4		2,4		
Média	12,315	9,7075	11,892	11	11,847	11,623	13,314	11,72	13,243	12,164	11,841	10,333	14,212	11,878	12,028	11,609	13,161	11,28	13,551	12,454	
Desvio Padrão	2,0513	2,3323	4,9216	3,8399	2,6751	3,5541	4,5456	3,8221	3,4422	3,6868	4,0295	2,3076	4,775	4,1351	5,0824	3,2306	3,3913	2,1791	4,6586	4,952	

$$Erro (95\% IC) = \frac{\sigma \times t - value}{\sqrt{\# amostras}}$$

<b>t-value (95%) / <math>\infty</math> amostras</b>	1,645
<b># de amostras Aceleração</b>	372
<b># de amostras Constante</b>	757

	MÉDIA (l/100 km)	ERRO	Percentagem Erro
<b>Fase Aceleração</b>	81,099	1,147497026	1,41%
<b>Fase Velocidade Constante</b>	12,084	0,237023637	1,96%

**O Aluno,**

**A Orientadora,**

ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Nome: Marco Luzia

Orientadora: Margarida Coelho

Dia: 01 / 04 / 2009

Local: S. JACINTO - Base Militar

Observações: Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO

Pára-arranca

Curto

Longo

Simulação de Rotunda

Sem Paragem

Com Paragem

Perfis de Velocidade

0 ↔ 50 km/h

0 ↔ 90 km/h

0 ↔ 120 km/h

120 ↔ 60 km/h

Condução Suave

Condução Intermédia

Condução Agressiva

CONSUMO INSTANTÂNEO DO VEÍCULO ( l / 100 km)																					
Ensaio	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8	# 9	# 10	# 11	# 12	# 13	# 14	# 15	# 16	# 17	# 18	# 19	# 20	Média
A C E L E R A Ç Ã O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,8
	1,0	1,0	2,9	3,6	3,3	0,0	0,7	0,5	0,9	0,0	2,5	0,0	0,0	2,1	0,6	2,4	0,4	0,5	4,0	2,4	
	1,0	1,0	1,4	1,1	0,9	0,7	0,7	0,5	0,9	0,5	2,5	0,3	0,3	0,9	0,6	2,4	0,4	0,5	1,1	0,5	
	19,3	16,6	25,6	23,0	21,4	21,6	16,7	18,8	20,1	17,2	0,8	14,2	15,8	26,7	18,1	0,8	17,1	17,5	23,0	17,3	
	33,9	29,5	34,9	31,8	32,5	31,3	34,9	28,8	35,8	31,4	23,5	30,0	33,4	30,9	26,2	25,1	23,3	32,1	35,2	29,1	
	39,7	36,8	27,7	37,1	28,3	31,8	34,5	27,6	33,1	31,8	29,9	31,3	33,4	30,9	32,4	31,8	25,5	37,0	27,9	21,7	
	34,6	31,0	29,7	30,0	30,8	26,7	30,1	27,8	29,0	27,4	27,0	26,9	25,6	26,7	20,9	31,2	26,5	31,9	30,1	25,8	
	29,2	28,7	28,7	26,3	27,3	29,8	28,7	29,8	27,8	28,9	27,9	26,7	30,2	23,6	26,9	25,2	26,7	25,2	29,4	26,5	
	28,6	24,8	27,6	28,8	29,7	29,8	27,9	29,8	27,2	28,9	25,9	25,8	23,7	21,7	25,9	23,6	25,7	18,4	25,0	25,0	
	30,9	25,8	27,4	28,8	28,7	26,5	27,9	28,6	23,9	25,5	23,8	27,1	26,5	22,8	25,7	22,8	25,7	22,9	27,6	25,0	
	30,2	28,5	26,7	26,1	28,1	28,7	27,5	28,1	26,5	27,2	26,8	27,9	24,5	23,6	24,8	22,2	24,8	22,9	23,7	23,8	
	30,6	28,1	26,7	26,1	27,9	29,1	23,6	27,8	25,7	26,3	26,6	27,9	24,5	23,6	26,7	25,4	23,8	24,9	23,4	22,8	
	25,6	26,9	23,0	24,0	23,0	24,2	25,6	23,5	24,6	26,8	23,1	23,0	23,5	21,8	23,1	25,4	22,9	24,6	25,5	23,0	
	29,7	26,1	25,9	26,2	25,6	25,8	25,0	26,7	24,8	25,0	25,3	23,6	21,3	21,2	23,1	21,2	22,4	22,0	24,9	22,4	
	28,6	26,1	27,8	25,7	25,4	25,4	27,9	29,2	25,0	25,9	23,1	20,1	21,3	22,8	25,3	22,1	25,0	23,9	22,2	24,3	
	26,8	23,4	24,0	24,9	22,6	25,7	24,9	24,9	24,0	24,6	27,0	24,9	22,7	21,9	24,7	20,1	21,8	23,2	24,0	24,8	
	23,8	25,0	24,0	24,9	24,3	23,1	24,1	24,9	23,1	23,6	24,2	24,4	22,1	21,9	24,5	23,4	23,7	23,2	24,4	24,1	
	23,8	24,3	26,7	24,6	24,1	27,5	23,3	25,6	23,1	23,4	24,0	23,5	21,8	21,6	21,4	23,4	23,9	21,0	23,5	23,2	
	24,0	21,8	25,7	25,7	24,1	23,9	25,8	26,9	25,7	20,8	23,2	21,5	25,0	22,1	23,8	23,8	23,0	21,7	22,6	23,2	
	26,4	23,6	22,6	23,0	25,8	23,9	23,1	23,4	24,9	26,0	22,5	23,4	24,0	23,6	23,3	22,3	20,3	21,1	22,6	23,4	
	25,6	23,9	25,7	24,8	23,1	23,1	24,9	24,8	21,9	22,5	22,0	25,8	23,6	22,8	23,3	20,7	22,4	21,6	22,1	21,7	
	23,1	22,9	23,9	22,5	23,1	23,1	22,5	21,7	22,4	21,8	22,0	20,2	23,2	23,2	22,3	21,7	22,2	21,8	24,3	22,2	Desvio Padrão
	24,6	22,9	22,4	23,8	24,8	25,7	24,1	24,2	23,1	24,0	21,7	22,2	22,5	19,6	21,8	19,7	19,7	21,2	22,0	21,9	6,8968
	21,8	22,6	23,4	21,7	21,6	22,4	21,3	23,5	21,2	21,2	21,2	21,8	22,2	21,8	24,0	21,8	24,1	18,7	21,4	23,2	
	24,6	22,6	24,2	26,0	24,7	23,9	23,3	22,7	24,3	23,2	24,1	24,9	22,2	21,6	21,7	21,0	21,2	20,4	23,4	24,1	
	21,2	22,0	23,4	21,3	21,2	21,7	23,1	22,7	22,7	23,2	21,1	21,1	21,8	21,9	21,1	21,0	19,3	23,3	20,5	20,6	
	23,0	23,9	22,6	23,4	26,9	23,3	22,7	25,2	23,5	22,7	22,4	21,1	21,8	21,2	22,4	21,2	22,5	19,9	22,8	22,5	
	21,2	23,9	23,3	22,6	21,2	23,3	22,7	24,4	22,7	22,7	23,1	20,5	21,0	23,2	20,8	22,5	20,6	21,7	22,8	22,1	
	23,1	20,7	25,0	26,0	22,5	22,4	26,1	21,3	25,0	22,0	19,8	22,4	20,4	21,1	22,0	20,4	22,4	19,4	22,1	19,4	
	22,4	21,2	21,9	21,9	23,3	20,5	22,0	22,0	22,0	22,0	22,7	23,4	21,1	20,5	22,7	22,5	19,9	21,8	22,1	21,7	
	20,6	22,4	21,9	25,0	22,6	22,0	24,2	23,4	22,0	21,3	22,0	22,0	22,5	19,9	22,0	19,9	19,3	18,7	19,6	21,3	
	22,0	23,0	25,1	19,4	25,1	22,6	21,2	24,7	21,2	24,2	22,0	22,0	19,8	22,5	22,0	19,3	21,7	20,2	24,3	20,7	
	22,6	19,5	24,2	24,2	21,9	24,1	21,9	21,1	23,4	20,6	21,2	19,4	21,7	21,3	21,3	21,7	21,0	18,0	23,4	20,7	
	21,9	21,5	20,7	21,3	21,9	21,3	20,7	22,7	21,2	20,6	21,2	21,7	19,3	20,1	20,7	21,0	19,4	19,6	20,6	22,6	
	21,9	21,5	24,5	21,3	21,2	21,3	23,6	23,0	20,6	20,0	20,6	20,6	21,1	21,1	23,3	18,9	20,7	19,6	20,6	20,0	
	21,4	19,5	21,1	23,4	23,4	23,4	21,4	20,7	20,6	22,6	20,6	21,2	21,3	21,1	20,0	21,3	21,2	17,5	20,8	19,8	
		21,1	23,1	26,0	20,7	20,6	22,7	23,2	22,6	23,1	20,0	20,7	20,6	23,2	20,6	20,5	20,2	18,9	20,1	21,6	
			22,9	22,6	22,6	22,6	22,9	19,9	20,0	19,7	23,4	20,4	20,4	18,5	20,1	20,5	17,6		22,5		
			23,3	23,0	20,6	22,8	20,5	22,2	22,8		20,0	20,0	20,0	22,5	22,7	22,6	19,5		19,3		
			20,6	20,4	22,7	20,3	22,1		20,0		22,5	22,4	23,2	20,6	19,2	19,9	17,6		19,9		
			22,5	23,1	20,3	22,2					18,4	19,1	19,6	19,9			21,3				
			18,6	20,2	21,3	19,9								21,5							
Média	23,575	22,273	22,936	22,99	22,631	22,571	22,67	22,733	22,233	22,068	21,015	21,351	21,193	20,94	21,3	20,318	20,407	20,454	21,868	20,93	
Desvio Padrão	8,1925	7,3563	6,5992	6,7605	6,572	6,8608	7,1971	7,0322	6,9364	7,1166	6,863	6,7596	6,7741	6,05	6,4577	6,8409	6,1348	7,1895	6,5159	6,301	

$$Erro\ (95\%\ IC) = \frac{\sigma \times t - value}{\sqrt{\#amostras}}$$

t-value (95%) / ∞ amostras	1,645
# de amostras Aceleração	798

	MÉDIA (l/100 km)	ERRO	Porcentagem Erro
Fase Aceleração	21,822	0,401615519	1,84%

O Aluno,

A Orientadora,

Universidade de Aveiro,  
Departamento de Engenharia Mecânica  
Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro

ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Nome: Marco Luzia

Orientadora: Margarida Coelho

Dia: 31 / 03 / 2009

Local: S. JACINTO - Base Militar

Observações: Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO

Pára-arranca

• Curto

• Longo

Simulação de Rotunda

• Sem Paragem

• Com Paragem

Perfis de Velocidade

• 0 ↔ 50 km/h

• 0 ↔ 90 km/h

• 0 ↔ 120 km/h

• 120 ↔ 60 km/h

• Condução Suave

• Condução Intermédia

• Condução Agressiva

CONSUMO INSTANTÂNEO DO VEÍCULO ( l / 100 km)

Ensaio	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8	# 9	# 10	# 11	# 12	# 13	# 14	# 15	# 16	# 17	# 18	# 19	# 20	Média
A C E L E R A Ç Ã O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	42,6
	0,6	0,8	2,1	3,5	2,2	2,4	0,4	0,4	0,4	0,9	0,5	8,7	0,6	0,3	0,7	1,9	2,6	1,8	0,3	2,0	
	15,0	13,9	23,5	0,4	1,0	0,6	15,7	13,8	15,0	21,9	15,8	23,0	17,6	12,7	19,4	1,0	0,8	1,0	13,1	1,0	
	41,8	25,4	42,1	14,6	24,9	16,6	41,9	27,1	31,2	42,1	31,4	34,6	34,9	28,0	35,0	37,8	21,6	23,7	31,0	27,8	
	42,3	39,6	50,0	30,0	39,3	33,5	39,9	37,8	36,0	44,4	41,9	53,1	47,2	37,8	38,0	42,1	40,2	47,0	40,1	34,4	
	51,3	47,2	52,0	37,8	50,0	39,9	51,3	44,4	44,7	51,7	53,7	62,1	47,8	47,0	45,1	47,3	47,1	38,4	53,7	47,4	
	53,2	51,2	51,2	40,0	54,5	44,9	53,1	51,2	51,2	43,6	64,8	46,2	53,6	51,1	54,7	52,5	52,0	52,9	52,3	52,7	
	60,2	53,8	44,1	45,5	55,2	51,4	44,6	50,2	60,2	41,2	48,5	46,4	47,5	51,4	49,3	52,3	47,9	61,8	44,7	51,7	
	50,8	50,9	52,1	60,3	46,2	45,0	49,8	41,2	63,0	48,9	47,2	49,1	64,2	44,8	63,0	53,8	44,3	66,3	46,6	51,7	
	48,3	53,6	53,7	44,8	61,0	44,6	53,3	47,6	47,7	42,5	50,1	71,1	50,0	52,3	47,9	50,8	48,5	48,1	49,5	48,4	
	50,3	49,9	56,2	46,5	57,1	47,6	66,0	49,4	42,7	50,0	51,8	53,0	52,0	51,4	50,3	51,2	48,5	50,2	50,1	49,4	
	65,2	50,8	53,3	48,3	54,1	50,8	61,2	59,2	47,9	50,7	52,3	50,5	67,0	56,4	54,5	62,5	51,8	48,8	50,1	52,2	Desvio Padrão
	53,5	64,2	58,0	51,1	53,0	64,8	48,7	53,1	50,9	46,9	63,1	62,4	49,0	52,8	50,4	48,4	51,8	50,8	46,9	66,0	17,657
	60,8	51,8	56,9	65,6	57,7	52,6	50,0	48,7	52,4	48,0	49,4	51,2	57,2	48,3	66,0	49,0	50,5	48,1	56,4	62,3	
	61,2	53,1	47,8	58,4	63,0	58,5	57,6	56,0	55,3	58,8	59,4	62,4	59,6	48,1	48,7	49,0	56,9	49,0	45,6	46,9	
	48,5	50,4	53,9	49,7	48,9	48,1	58,3	58,2	56,0	46,1	49,8	56,9	58,5	48,9	46,3	48,5	48,9	47,0	56,6	55,8	
	57,7	48,1	41,6	49,7	60,1	46,8	51,6	48,8	53,4	51,1	58,1	51,8	55,3	48,2	48,1	53,1	46,0	44,1	54,9	56,8	
	44,2	55,1	49,7	49,1	59,0	45,1	47,6	51,4	51,7	43,1	42,7	41,9	42,0	45,9	55,9	50,6	51,7	43,2	49,9	51,4	
	54,4	47,3	43,1	48,1	52,1	42,6	42,4	50,0	47,7	44,1	51,3	43,6	40,8	42,3	42,5	47,6	51,7	41,7	40,1	40,6	
	44,1	53,6	45,3	52,6	41,5	41,2	42,6	53,7	52,9		52,9		41,8	41,7	51,7	43,9	42,9	42,7	51,7	41,0	
	55,2		42,5	41,3	51,7		53,5			42,8		40,6	44,0	51,0		44,6		42,5	51,9		
	54,2		51,0	47,3																	
Média	45,17	44,095	43,83	40,432	44,064	39,462	43,8	42,652	43,015	40,842	44,167	45,684	44,152	40,639	43,738	42,165	40,49	40,33	41,719	42,448	
Desvio Padrão	18,138	17,212	16,089	18,541	19,053	18,157	17,632	17,12	17,64	15,509	17,606	17,656	17,696	16,096	16,935	17,958	17,432	18,473	16,481	18,826	

Erro (95% IC) =  $\frac{\sigma \times t - value}{\sqrt{\# amostras}}$

	MÉDIA (l/100 km)	ERRO	Percentagem Erro
Fase Aceleração	42,634	1,429282951	3,35%

t-value (95%) / ∞ amostras	1,645
# de amostras Aceleração	413

O Aluno,

A Orientadora,



ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Nome: Marco Luzia

Orientadora: Margarida Coelho

Dia: 31 / 03 / 2009

Local: S. JACINTO - Base Militar

Observações: Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO

Pára-arranca

• Curto

• Longo

Simulação de Rotunda

• Sem Paragem

• Com Paragem

Perfis de Velocidade

• 0 ↔ 50 km/h

• 0 ↔ 90 km/h

• 0 ↔ 120 km/h

• 120 ↔ 60 km/h

X

• Condução Suave

• Condução Intermédia

• Condução Agressiva

X

CONSUMO INSTANTÂNEO DO VEÍCULO ( l / 100 km)																					
Ensaio	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8	# 9	# 10	# 11	# 12	# 13	# 14	# 15	# 16	# 17	# 18	# 19	# 20	Média
A C E L E R A Ç Ã O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	54,0
	2,3	0,7	2,3	0,7	2,4	0,7	0,9	0,7	7,7	0,8	3,5	0,8	3,3	1,9	2,3	2,4	1,1	0,6	0,4	5,9	
	0,6	21,8	1,0	21,6	0,7	22,1	26,7	15,7	32,9	25,0	1,3	54,9	1,5	1,4	1,0	0,7	45,3	19,2	19,7	1,3	
	21,6	60,9	37,8	54,9	25,9	61,0	53,0	65,4	59,6	59,4	55,6	61,6	59,8	60,9	29,8	51,3	56,9	51,2	50,8	55,2	
	60,6	58,3	61,4	61,5	60,9	62,3	57,9	73,0	67,0	58,0	60,6	58,1	61,2	60,9	70,9	60,7	54,7	67,4	60,2	61,0	
	57,5	67,4	67,3	67,3	58,6	76,3	67,7	62,1	54,9	65,8	57,9	59,9	67,5	62,0	58,4	54,6	66,0	74,8	60,0	58,4	
	54,4	76,9	79,9	59,1	56,1	73,4	76,7	77,3	65,9	79,5	74,6	60,1	79,3	54,8	70,0	69,9	73,4	66,0	84,7	86,3	
	78,7	69,8	60,0	79,9	78,6	70,6	70,7	57,9	71,1	72,3	79,3	72,2	68,7	78,7	75,9	77,1	68,0	75,0	65,9	71,1	
	57,6	68,0	68,0	67,9	69,9	57,7	57,8	68,5	57,3	57,3	59,9	73,8	71,9	69,5	67,1	56,7	65,5	71,6	80,4	59,9	
	66,3	65,7	69,6	68,6	69,9	70,1	65,7	69,9	65,3	69,9	66,8	65,4	55,4	67,7	60,6	65,1	62,7	68,9	93,4	58,1	
	64,3	80,1	66,7	70,1	68,0	62,8	62,8	66,4	75,0	80,1	66,4	62,2	53,8	58,2	69,9	65,8	80,3	65,5	86,6	65,6	Desvio Padrão
	66,2	63,1	62,2	62,6	69,6	62,8	62,6	80,5	76,0	59,3	80,1	62,2	65,8	56,5	80,0	79,9	59,6	80,2	70,2	66,1	
	61,8	59,8	59,4	75,2	62,8	75,7	63,2	75,6	71,1	59,9	75,1	75,9	75,3	62,2	62,6	62,4	76,1	75,7	66,4	75,1	
	75,0	56,4	59,4	60,2	75,1	56,8	60,1	71,8	66,2	59,7	63,6	56,8	75,7	75,1	60,0	59,8	70,7	76,0	59,7	63,3	
	70,4		60,0	71,1	71,6	54,0	65,6	54,2		56,9	76,0	53,1	62,4	75,9	57,0	68,8		70,6	71,3	75,5	
	66,7		56,9	66,1	71,1						68,5			71,0	66,9				71,0		
Média	50,25	53,493	50,744	55,425	52,575	53,753	52,76	55,933	55	53,593	55,575	54,467	53,44	53,544	52,025	51,68	55,736	57,513	58,794	53,52	
Desvio Padrão	26,555	25,279	25,248	24,201	27,3	24,423	23,116	26,312	23,347	24,225	26,92	22,161	26,856	26,097	26,682	26,384	24,159	26,557	27,518	26,753	

Erro (95% IC) =  $\frac{\sigma \times t - value}{\sqrt{\# amostras}}$

	MÉDIA (l/100 km)	ERRO	Percentagem Erro
Fase Aceleração	53,974	2,421828414	4,49%

t-value (95%) / ∞ amostras	1,645
# de amostras Aceleração	305

O Aluno,

A Orientadora,

ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Nome: Marco Luzia

Orientadora: Margarida Coelho

Dia: 14 / 05 / 2009

Local: OVAR - Rotunda na recta da Murtosa (N109)

Observações: Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO

Pára-arranca

• Curto

• Longo

Simulação de Rotunda

• Sem Paragem

• Com Paragem

Perfis de Velocidade

• 0 ↔ 50 km/h

• 0 ↔ 90 km/h

• 0 ↔ 120 km/h

• 120 ↔ 60 km/h

• Condução Suave

• Condução Intermédia

• Condução Agressiva

CONSUMO INSTANTÂNEO DO VEÍCULO ( l / 100 km)

Ensaio	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8	# 9	# 10	# 11	# 12	# 13	# 14	# 15	# 16	# 17	# 18	# 19	# 20	Média
A C E L E R A Ç Ã O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,0
	2,1	7,0	9,4	8,3	20,9	0,7	0,0	10,2	0,4	0,7	0,0	7,0	0,0	0,7	8,2	4,0	0,9	0,8	0,6	0,5	
	1,5	1,1	1,1	1,4	0,7	0,7	0,7	1,1	0,4	0,7	0,7	1,3	0,6	0,7	0,8	1,3	0,9	0,8	0,6	0,5	
	26,2	27,5	29,8	31,4	33,6	31,4	32,6	34,0	28,9	29,5	29,8	35,3	31,7	34,1	35,2	33,5	34,0	32,5	33,7	31,5	
	26,2	27,5	29,8	31,4	33,6	34,3	34,2	34,0	41,2	34,3	33,6	35,3	31,7	34,1	35,2	33,5	32,5	32,5	32,0	40,5	
	23,7	25,4	25,5	30,0	31,5	27,4	34,2	31,1	41,2	34,3	29,8	28,4	28,5	34,5	32,7	30,1	32,5	33,6	32,0	40,5	
	23,7	25,4	27,2	30,0	29,5	23,0	27,0	31,1	30,8	29,8	29,8	28,4	28,5	29,1	32,7	30,1	26,7	27,2	29,3	30,3	
	22,7	25,0	27,2	27,1	29,5	23,0	28,2	26,9	30,4	29,8	25,5	26,8	26,5	29,1	27,8	28,2	26,7	27,2	29,3	30,3	
	22,7	25,0	24,3	25,6	27,4	23,4	28,2	24,5	30,4	27,9	25,5	26,8	21,9	30,0	24,5	28,2	25,7	25,5	28,5	28,4	
	21,2	23,1	24,3	25,6	27,4	23,4	26,0	24,5	24,6	23,9	24,4	25,5	21,9	30,0	24,5	25,7	25,7	25,5	26,4	26,2	
	21,2	23,1	24,5	23,6	23,8	22,2	26,0	24,1	24,6	23,9	24,4	23,4	22,9	24,6	22,2	22,2	23,1	23,3	26,4	26,2	
	19,7	22,4	22,0	23,6	23,8	22,2	24,9	24,1	22,9	24,8	21,5	23,4	22,9	21,9	22,2	22,2	23,1	23,3	24,5	20,0	Desvio Padrão
	18,3	22,4	22,0	20,9	24,1	21,2	24,9	20,4	22,9	21,9	21,5	22,5	22,1	21,9	20,9	22,0	24,6	21,3	24,5	20,0	
	18,3	20,2	19,1	20,9	24,1	21,2	23,0	21,2	21,6	21,9	21,5	22,5	20,4	21,7	20,9	22,0	24,6	20,3	19,4	20,2	
	15,9	20,2	19,1	20,3	22,0	19,6	20,6	21,2	20,3	24,0	18,8	21,6	20,4	21,7	19,4	21,5	19,4	20,3	19,4	20,2	
	15,9	18,7	20,3	20,3	22,0	19,6	20,6	19,8	20,3	20,3	18,8	21,6	18,9	16,9	19,4	21,5	19,4	19,0	19,9	19,6	
	16,8	18,7	19,7	18,8	20,2	18,8	19,2	19,3	16,7	21,1	18,4	21,3	18,9	16,9	17,8	20,5			18,7	17,3	
					19,4	18,8				21,1		17,8	16,4			19,6			18,7	17,3	
										18,5						17,5					
Média	17,418	19,571	20,312	21,129	22,972	19,494	21,782	21,618	22,212	21,495	20,235	21,606	19,678	21,641	21,435	21,242	21,238	20,819	21,328	21,639	
Desvio Padrão	8,1195	8,3246	8,6124	9,278	9,0596	9,3881	10,831	9,6176	12,051	10,099	10,163	9,5789	9,6585	11,183	10,22	9,5716	10,696	10,644	10,457	11,689	

$$Erro\ (95\%\ IC) = \frac{\sigma \times t - value}{\sqrt{\# amostras}}$$

	MÉDIA (l/100 km)	ERRO	Percentagem Erro
Fase Aceleração	20,951	0,890018813	4,25%

t-value (95%) / ∞ amostras	1,645
# de amostras Aceleração	348

O Aluno,

A Orientadora,

ENSAIOS DE MONITORIZAÇÃO DE UM VEÍCULO HÍBRIDO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Nome: Marco Luzia

Orientadora: Margarida Coelho

Dia: 14 / 05 / 2009

Local: OVAR - Rotunda na recta da Murtosa (N109)

Observações: Local Plano. Condições meteorológicas favoráveis

CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO

Pára-arranca

• Curto

• Longo

Simulação de Rotunda

• Sem Paragem

• Com Paragem

Perfis de Velocidade

• 0 ↔ 50 km/h

• 0 ↔ 90 km/h

• 0 ↔ 120 km/h

• 120 ↔ 60 km/h

• Condução Suave

• Condução Intermédia

• Condução Agressiva

CONSUMO INSTANTÂNEO DO VEÍCULO ( l / 100 km)

Ensaio	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8	# 9	# 10	# 11	# 12	# 13	# 14	# 15	# 16	# 17	# 18	# 19	# 20	Média
A C E L E R A Ç Ã O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,1
	0,7	9,2	0,0	0,0	6,5	14,5	0,0	1,3	0,7	6,1	0,0	0,9	1,5	1,0	5,0	0,6	0,0	0,0	0,6	0,8	
	0,7	1,3	0,6	0,5	1,4	0,7	0,4	1,3	0,7	1,5	0,8	0,9	1,5	1,0	2,1	0,6	0,6	2,0	0,6	0,8	
	34,0	36,9	28,4	32,1	37,9	37,0	33,2	37,9	32,5	36,7	35,6	39,3	34,8	33,6	36,5	32,3	38,3	33,9	30,2	39,6	
	34,3	32,2	28,4	36,3	37,9	37,0	32,4	30,3	34,1	32,3	38,3	35,5	44,0	33,6	36,5	37,2	37,4	35,9	36,3	39,6	
	28,4	32,2	39,1	36,3	34,6	29,3	32,4	27,1	34,1	32,3	30,0	31,7	44,0	31,9	27,3	37,2	37,4	35,9	36,3	37,3	
	28,4	28,6	39,1	30,2	27,8	25,8	28,4	27,1	32,0	29,2	30,0	29,1	35,7	29,9	27,3	32,3	31,4	31,3	30,8	34,5	
	28,9	26,3	31,2	30,2	27,8	23,1	26,6	26,9	32,0	28,6	33,4	29,6	30,8	26,4	26,9	25,6	28,7	27,4	31,9	34,5	
	23,3	26,3	30,2	26,8	24,4	23,1	26,6	23,2	29,7	28,6	28,5	27,0	30,8	26,4	26,9	25,6	28,7	27,4	31,9	30,6	
	23,3	25,0	25,1	27,8	22,2	23,3	24,4	23,2	27,5	27,3	28,5	27,0	32,3	22,9	25,7	24,1	28,4	27,6	30,7	30,6	
	22,8	25,0	25,1	27,8	22,9	22,2	24,4	22,3	26,5	24,4	27,1	24,9	27,5	22,9	22,9	22,5	25,1	24,3	28,9	29,0	
	22,1	21,5	23,8	24,8	22,9	22,2	23,2	22,3	26,5	21,3	27,1	27,1	23,0	24,1	24,2	22,5	24,2	23,4	23,4	29,0	Desvio Padrão
	20,0	21,7	22,3	21,1	23,9	20,5	22,1	24,5	22,3	18,6	25,0	27,1	23,0	22,2	20,4	21,8	20,4	23,4	23,4	25,2	11,301
	20,7	21,7	22,3	22,4	23,0	20,5	20,4	19,0	19,9	18,6	26,0	26,0	22,1	21,1	22,1	21,0	20,4	22,1	21,9	25,9	
	20,4	18,9	19,3	21,2	23,0	19,7	19,6	19,0	22,3	19,0	26,0	24,1	21,0	21,1	22,1	21,0	18,7	20,9	21,9	21,6	
	19,6	19,6	19,9	20,5	20,1	19,7	19,6	19,9	18,9	19,0	22,6	24,1	18,5	19,7	18,9	18,5	18,7	17,4	21,6	21,6	
			18,0	18,3	22,7		18,4		19,6		21,6			19,5	18,9						
Média	20,475	21,65	21,929	22,135	22,294	21,163	20,712	20,331	22,312	21,469	23,559	23,394	24,406	21,018	21,394	21,425	22,4	22,056	23,15	25,038	
Desvio Padrão	10,598	10,059	11,619	11,353	10,561	9,7459	10,492	10,386	11,227	10,593	11,537	11,625	13,365	10,395	10,084	11,495	12,308	11,467	11,874	12,925	

Erro (95% IC) =  $\frac{\sigma \times t - value}{\sqrt{\# amostras}}$

	MÉDIA (l/100 km)	ERRO	Percentagem Erro
Fase Aceleração	22,111	1,026487378	4,64%

t-value (95%) / ∞ amostras	1,645
# de amostras Aceleração	328

O Aluno,

A Orientadora,